

**MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BÜRME KALIPLARI
VE
KONSTRÜKSİYONU**

**HAZIRLAYAN:
ARAŞTIRMA GÖREVLİSİ
SAYIM UZUNER**

1984

ÖNSÖZ

Seri üretimde kalıplılığın yerinin sonsuz boyutlara ulaştığı göz ardı edilemez. Bu böyle olduğu halde, yurdumuzda bu konudaki çalışmalar bundan on dört yıl öncesine kadar piyasa bilgisi seviyesindeydi. Bu konu, ilk defa ve sadece yüksek okul olarak, Ankara Yüksek Teknik Öğretmen Okulunda 1970-1971 yıllarında resmen okutulmaya başlandı.

Şu anda, bahayide ileri gitmiş olan ülkeler kalıplılığın o hale getirmişlerdir ki, sadece biribiri ile çalışan matris ve zimbayı; o da değişkenlik gösterdiği için yapmaktadır. Diğer elemanların hepsini standartlaştırmışlardır ve kalıp yapımını montaj haline dönüştürmüşlerdir.

Bizde de bu konudaki çalışmaların okullarımıza girmesinden sonra, birşeyler yapılmadı değil. Onlar kadar değil de bizde de bazı kalıp elemanları standart olarak yapıp satılmaktadır. Fakat bu yeterli değildir. Bizlerin onların teknolojisine ayak uydurabilmemiz için, konuyu bilen kişilerin kendilerine düşen görevleri yapıp, bu işle uğraşanların yetişmeleri için gerek seminerler ve gerekse bilgilerini aktarabilecekleri eserlerini yayınlamaları gerekmektedir.

Bu düşünceden hareketle ben de naçizane bu konuda birşeyler yapmak istedim. Çalışmalarında bana yardımcı esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Ruşen GEZİCİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

30 Haziran 1984
İstanbul

Sayın UZUNER

İÇİNDEKİLER:

	Sahife
BÜKME	
1-Tanımı	1
2-Esasları	1
3-Bükme Olayında Gerilmeler Ve Malzemenin Durumu	1
3-1-Bükme Olayında Gerilmeler	1
3-1-Malzemenin Durumu	3
4-Bükme Radyüsleri	4
4-1-En Küçük Bükme Radyüsünün Tesbiti	5
4-1-1-Hafif Metaller İçin	5
4-1-2-Çelikler İçin	5
5-Açınım Bulma	5
6-Bükme Kalıplarının Elemanları	11
6-1-Zimba Gurubu	12
6-1-1-Zimba	13
6-1-2-Zimba Tutucusu	13
6-1-3-Darbe Sacı	13
6-1-4-Üst Kalıp Seti	14
6-1-5-Standart Talip Set Takımları	15
6-1-6-Sap	14
6-1-7-Standart Sap Ölçüleri	20
6-2-Matris Gurubu	26
6-2-1-Alt Kalıp Seti	26
6-2-2-Matris	26
6-2-3-Dayamalar	27
6-2-4-İticiiler	28
6-2-5-Bağlama Elemanları	30

	Sahife
I-"V" BÜKME KALIPLARI	33
I-1-Tipik "V"Bükme Şekilleri	35
I-2-"V"Bükmede Safhalar	38
I-3-Kama Tesiri	38
I-4-Bükme Yarıçapları	39
I-5-Geri Esneme Ve Kalıp Açısının Tesbiti	40
I-6-Bükme Kuvvetinin Hesabı	43
II- "U" BÜKME KALIPLARI	48
II-1-Sıkma Parçalı Bükme	48
II-2-Sıkma Parçalı Bükmelerde Bükme Olayı	51
II-3-"U"Bükmede Geri Esneme	52
II-4-Bükme Kuvvetinin Hesabı	54
II-5-Yan Kuvvetler	55
II-6-Sac Boşlukları	55
II-7-Tek Taraflı "U"Bükme	57
II-8-Bükülecek Malzemede Hadde Yönü	58
II-9-"U"Bükme Kalıbı Örnekleri	59
III-YUVARLAMA KALIPLARI	62
III-1-Yuvarlamada Malzemenin Durumu	63
III-2-Yuvarlamada Açının Boyunun Bulunması	64
III-3-Yuvarlama Kuvvetinin Bulunması	66
III-4-Yuvarlama Kalıbı Örnekleri	67
IV-LASTİKLE ÇALIŞAN BÜKME KALIBI ÖRNEKLERİ	70
V-Bükme Kalıplarının Yapımında Dikkat Edilecek Hususlar	71
VI-YUVARLAMA İMALATINA AIT ÖRNEKLER	74
YARARLANILAN ESERLER	76

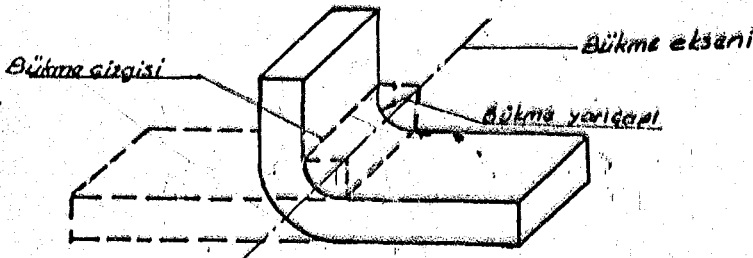
BÜKME

1-Tanımlı:

Bükme, malzemenin bir eksen boyunca ısı ile veya ısı yardımı olmaksızın biçimlendirilmesi işlemidir.

2-Esasları:

Malzemenin biçimlendirildiği bu eksen, malzemedeki bükme çizgilerinin ortasından geçer. (Şekil.1)



Şekil. 1

Bükülen malzemenin kesitinde meydana gelen değişimler şunlara bağlıdır.

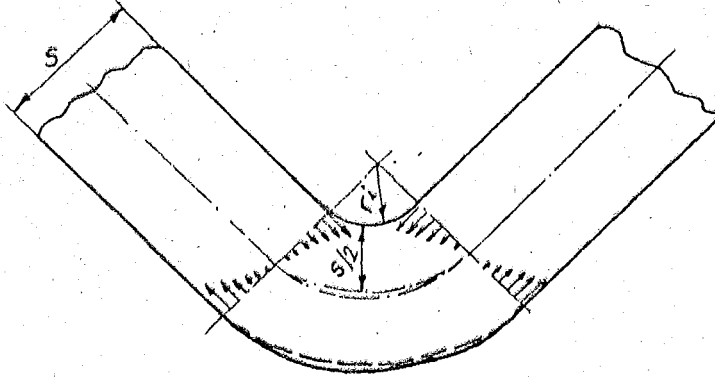
- a-Malzemenin kalitesine
- b-Malzemenin kalınlığına
- c-Bükme açısına
- d-Bükme yarıçapına
- e-Bükme kuvvetine

Bükme işleminde uygulanan kuvvet, malzemenin gösterdiği karşı dirençten büyük olmalıdır. Fakat kalibin gösterdiği karşı dirençten küçük olmalıdır.

3-Bükme Olayında Gerilmeler ve Malzemenin Durumu

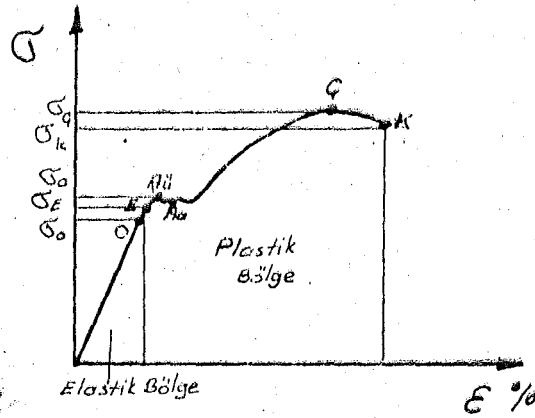
3-1-Bükme Olayında Gerilmeler:

Şekil.2'de metal sacın bir kuvvet etkisi ile bükülmeye zorlandığında sacın meydana gelen tipik gerilmelerin konumu görülmektedir.



Şekil. 2

Kuvvetin uygulanması sacın eğilmesine sebep olurken, iç ve dış yüzey meydana getirmektedir. Kuvvet uygulandığında iç yüzey basılmaya, dış yüzey ise çekilmeye çalışmaktadır. İç yüzeyle dış yüzey arasında uzunluğu değişmeyen tarafsız bir eksen vardır. Eğer malzemenin kesiti her yerde aynı ise ve malzemenin elastiklik limiti aşılmamışsa, tarafsız düzlem, malzeme eksenleriyle çakışır.



Şekil. 3

Eğer, malzemenin elastik limiti aşılmamışsa plastik şekil değiştirme gerçekleşmez. Malzeme kuvvet kaldırıldığında eski durumuna döner. Fakat kuvvet kaldırılmayıp arttırılmaya devam ederse, malzemede plastik bir şekil değişikliği meydana getirir. Tatbik edilen kuvvetin artması gerilmelerin de artmasına neden olur.

Elastik sınırı aşmak ve kalıcı biçim değişikliği için, uzama ve kısalma miktarı;

$$\epsilon \gg \frac{\sigma}{E} \text{ olmalıdır.} \quad \sigma = \frac{s}{2 \cdot r_i} \cdot E$$

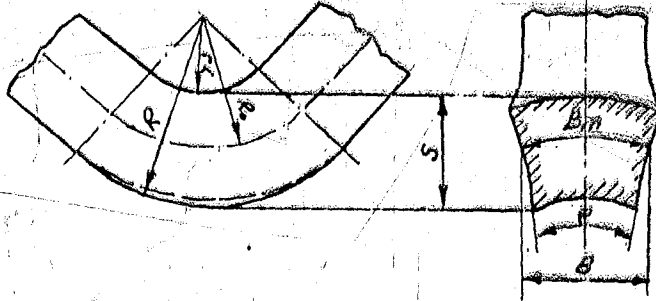
Buradan da; $r_i = \frac{s \cdot E}{2 \cdot \sigma_s}$ bulunur.

σ_s = Akma sınırı (kg/mm²)

E = Elastiklik modülü (kg/mm²)

σ_s = (0,6 - 0,8)

3-1-Malzemenin Durumu:

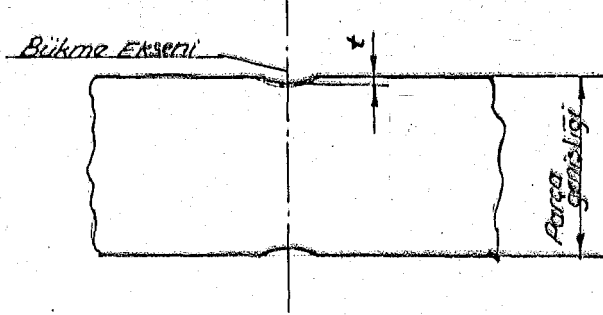


Şekil 4

Bükme olayında, malzeme basılmaya çalışılan iç kısmında esas genişliğinden daha geniş duruma gelir. Bunun nedeni, bükmede plastik deformasyon sırasında kaymanın olmasıdır. Aynı olayın tam tersi, tarafsız eksenin dış kısmında yani malzeme yüzeyinde, çekmeye çalışılan kısmında bir daralma şeklinde olduğu görülür.

Kalın parçalar, küçük bükme radyüslerinde büküldüklerinde bu genişleme ve daralma çok açık olarak görülür. ve şekildeki gibi büküm radyüsünün bulunduğu yerdeki kesit trapez şeklini alır. Bunun önüne geçmek için malzemeden, bükülmeden

evvel, şekil.5'de görüldüğü gibi 't' kadar talaş kaldırılır.



Şekil.5

Bu değişmelere karşın, malzeme hacmi değişmez kabul edilir. (Malzeme hacmi %1 oranında değişime uğrar fakat ihmal edilebilir.)

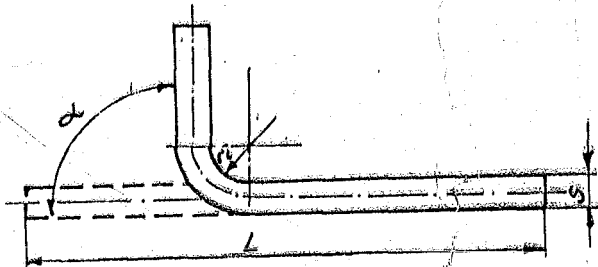
Herhangi bir malzeme için, plastik şekil değiştirme bükmenin şiddetiyle orantılı olarak değişir. Bükme kuvveti arttıkça, plastik şekil vermenin miktarı da artar. Bükme şiddetine etki eden başlıca faktörler, malzeme kesitinde meydana gelen değişmelere etki eden elemanlardır. Bunların etkileri şu şekilde olur.

a-Malzeme kalitesinin ve kalınlığının artması bükme şiddetini arttırır,

b-Bükme açısının artışı bükme kuvvetini arttırır,

c-Bükme yarıçapının azaltılması bükme şiddetini arttırır.

4-Bükme Radyüsleri:



Şekil.6

Bükme radyüsü, bir malzemenin çatlaklar veya diğer istenmeyen durumlar meydana getirmeden, bükülmesini mümkün kılan en küçük yarıçaptır.

En küçük bükme radyüsüne şunlar tesir eder:

a-Malzeme kalınlığı

b-Malzeme kalitesi

Ayrıca parça yüzeyinin durumu, yapım usulleri, haddeleme yönü vesicaklık da en küçük bükme radyüsüne tesir eder.

4-1-En Küçük Bükme Radyüsünün Tesbiti:

4-1-1-Hafif Metaller İçin:

$$r_{min} = s \left(0,0085 \frac{\sigma_b}{\delta_{10}} + 0,5 \right)$$

r_{min} = En küçük bükme radyüsü (mm)

s = Sac kalınlığı (mm)

σ_b = Çekme dayanımı (kg/mm²)

* δ_{10} = Kopma uzaması (%) *

4-1-2-Çelikler İçin:

Çelikler için en küçük bükme radyüsü değerleri Tablo.1'de verildiği gibidir.

Ayrıca bükme işlemi yapılan diğer metaller için de tablolarda değerler çıkarılmıştır. (Tablo.2)

5-Açınım Bulma:

Bükülmesi istenen parçanın ilkel boyunun bulunması gerekir. Bükülerek üretilecek iş parçasının ilkel boyu ile büküldükten sonraki tarafsız ekseninin uzunluğu aynıdır.

Açınım boyu, büküm kollarına, büküm payı eklenerek bulunabilir.

* Kopma uzaması deneyi yapılan çubuğun uzunluğuna bağlı olarak, deney çubuğunun boyu L=10d ise δ_{10} , 5d ise δ_5 şeklinde yazılır.

Sac Kalınlığı S (mm)	Çekme Dayanımları kg/mm^2		
	40 kg/mm^2 'ye kadar	40-50 kg/mm^2	50-66 kg/mm^2
	En küçük bükme radyüsü değerleri (mm)		
1	1	1,2	1,6
1,5	1,6	2	2,5
2,5	2,5	3	4
3	3	4	5
4	5	5	6
5	6	8	8
6	8	10	10
7	10	12	12
8	12	16	16
10	16	20	20
12	20	25	25
14	25	28	32
16	28	31	35
18	35	40	45
20	40	45	50

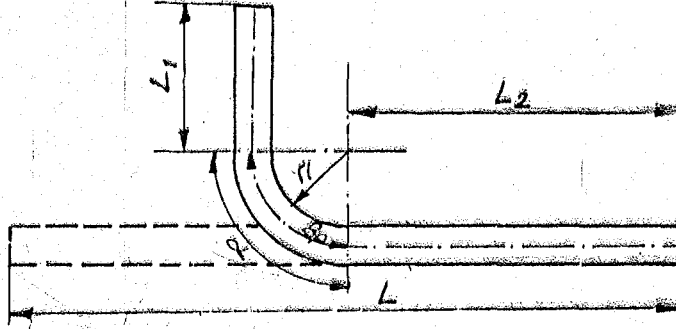
Tablo.1 Çelikler için en küçük bükme radyüsleri

Malzemeler	Sac kalınlıkları S (mm)											
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3	4
	Bükme radyüsü r _i (mm)											
Sert olmayan ÇELİK	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0	1,0	1,6	1,6	2,5	2,5	4	4
Orta sertlikte Li ÇELİK	1,0	1,0	1,0	1,0	1,6	1,6	2,5	2,5	4,0	4,0	6	10
Düşük sertlikte ÇELİK	1,6	1,6	2,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	6,0	6,0	10	10
PIKİNG	0,6	0,6	1,0	1,0	1,6	1,6	2,5	2,5	4,0	4,0	6	10
Saf ALUMİNYUM	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0	1,0	1,6	1,6	2,5	2,5	4	6
AlMgCu 1P1	0,6	0,6	1,0	1,0	1,6	1,6	2,5	2,5	4,0	4,0	6	10
AlCuMg F46	1,6	1,6	1,6	2,5	4,0	4,0	6,0	6,0	10,0	10,0	16	16
AlMg9 F39	1,6	1,6	2,5	2,5	4,0	4,0	6,0	6,0	10,0	10,0	16	16

Tablo.2 Diğer malzemeler için bükme radyüsleri.

O halde açınım boyu:

$$L = L_1 + B_p + L_2$$



$$B_p = \frac{\pi \cdot \alpha}{180} \cdot (r_1 + e)$$

Şekil 7

e iç yüzey ile tarafsız eksen arasındaki uzaklıktır s malzeme kalınlığı ve r_1 büküm yarıçapına bağlıdır ve değişkendir. Fakat uygulamada $e = \frac{s}{2}$ alınır.

Formül:

$$L = L_1 + \frac{\pi \cdot \alpha}{180} \cdot (r_1 + e) + L_2 \quad (1)$$

Gerçekte e değeri aşağıdaki gibidir.

$r_1 < 2s$	ise	$e = 0,33 \cdot s$
$r_1 = 2s - 4s$	ise	$e = 0,4 \cdot s$
$r_1 > 4s$	ise	$e = 0,5 \cdot s$ alınır.

Bu durumda:

$$L = L_1 + \frac{\pi \cdot \alpha}{180} \cdot \left(r_1 + \frac{s}{2} \right) + L_2 + \dots \quad (2)$$

haline gelir.

2'nolu formülle elde edilen açınım boyu, biraz büyük çıkar. Bu hatayı ortadan kaldırmak için (fd)faktörü kullanılır.

O halde formül:

$$L = L_1 + \frac{\pi \cdot r_1}{180} \cdot (r_1 + fd \cdot \frac{g}{2}) + L_2 + \dots \quad (3)$$

Düzeltilme faktörü (fd), r_1/s oranına göre çizelgede verildiği gibidir.

r_1/s	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
fd	0,5	0,65	0,75	0,81	0,86	0,9	0,93	0,96	0,98	1

Düzeltilme (fd)faktörü değerleri

Ayrıca, Feictinger'e göre açınım boyu şu şekilde bulunur.

$$\left. \begin{array}{l} 45^\circ \text{ için } L = L_1 + L_2 + \frac{\pi \cdot r_1}{4} + \frac{g}{2} \\ 90^\circ \text{ için } L = L_1 + L_2 + \frac{\pi \cdot r_1}{2} + \frac{g}{2} \end{array} \right\} \quad (4)$$

Bu durumda dört ayrı açınım formülü karşımıza çıkmaktadır. Bir örnekle ilişkilerini sonuca bağlayalım.

Verilen değerler

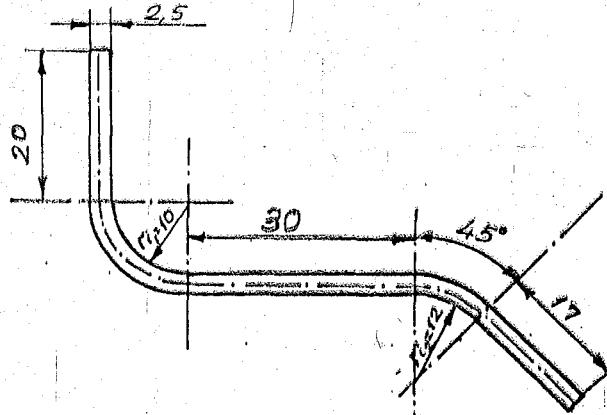
$$L_1 = 20 \text{ mm}$$

$$L_2 = 30 \text{ mm}$$

$$L_3 = 17 \text{ mm}$$

İstenen

$$L = ?$$



Şekil 8

Referans formülleri:

- 1- $L = L_1 + \frac{\pi \cdot \alpha_1}{180} (r_1 + e_1) + L_2 + \frac{\pi \cdot \alpha_2}{180} (r_2 + e_2) + L_3$
- 2- $L = L_1 + \frac{\pi \cdot \alpha_1}{180} (r_1 + \frac{s}{2}) + L_2 + \frac{\pi \cdot \alpha_2}{180} (r_2 + \frac{s}{2}) + L_3$ ✓
- 3- $L = L_1 + \frac{\pi \cdot \alpha_1}{180} (r_1 + f_1 \cdot \frac{s}{2}) + L_2 + \frac{\pi \cdot \alpha_2}{180} (r_2 + f_2 \cdot \frac{s}{2}) + L_3$
- 4- $L = L_1 + \frac{\pi \cdot r_1}{2} + L_2 + \frac{s}{2} + \frac{\pi \cdot r_2}{4} + L_3 + \frac{s}{2}$

ÇÖZÜM

1'nolu formüle göre:

$$e_1 = 0,4 \cdot s$$

$$e_2 = 0,5 \cdot s$$

$$L = 20 + \frac{3,14 \cdot 90}{180} (10 + 0,4 \cdot 2,5) + 30 + \frac{3,14 \cdot 45}{180} (12 + 0,5 \cdot 2,5) + 17 =$$

$$L = 20 + \frac{3,14}{2} (10 + 1) + 30 + \frac{3,14}{4} (12 + 1,25) + 17 =$$

$$L = 20 + 1,57 \cdot 11 + 30 + 0,785 \cdot 13,25 + 17 =$$

$$\underline{\underline{L = 94,67 \text{ mm.}}}$$

2'nolu formüle göre:

$$L = 20 + \frac{3,14 \cdot 90}{180} \left(10 + \frac{2,5}{2}\right) + 30 + \frac{3,14 \cdot 45}{180} \left(12 + \frac{2,5}{2}\right) + 17 =$$

$$L = 20 + 1,57 \cdot 11,25 + 30 + 0,785 \cdot 13,25 + 17 =$$

$$L = 67 + 17,66 + 10,4 =$$

$$\underline{\underline{L = 95,06 \text{ mm}}}$$

3'nolu formüle göre: $fd_1 = 0,96$ $fd_2 = 1$

$$L = 20 + \frac{3,14 \cdot 90}{180} \left(10 + 0,96 \cdot \frac{2,5}{2}\right) + 30 + \frac{3,14 \cdot 45}{180} \left(12 + 1 \cdot \frac{2,5}{2}\right) + 17 =$$

$$L = 20 + 1,57 \cdot 11,2 + 30 + 0,785 \cdot 13,25 + 17 =$$

$$\underline{\underline{L = 94,48 \text{ mm}}}$$

4'nolu fomüle göre:

$$L = 20 + \frac{3,14 \cdot 10}{2} + 30 + \frac{2,5}{2} + \frac{3,14 \cdot 12}{4} + 17 + \frac{2,5}{2} =$$

$$L = 67 + 15,7 + 1,25 + 9,42 + 12,5 =$$

$$\underline{\underline{L = 94,62 \text{ mm}}}$$

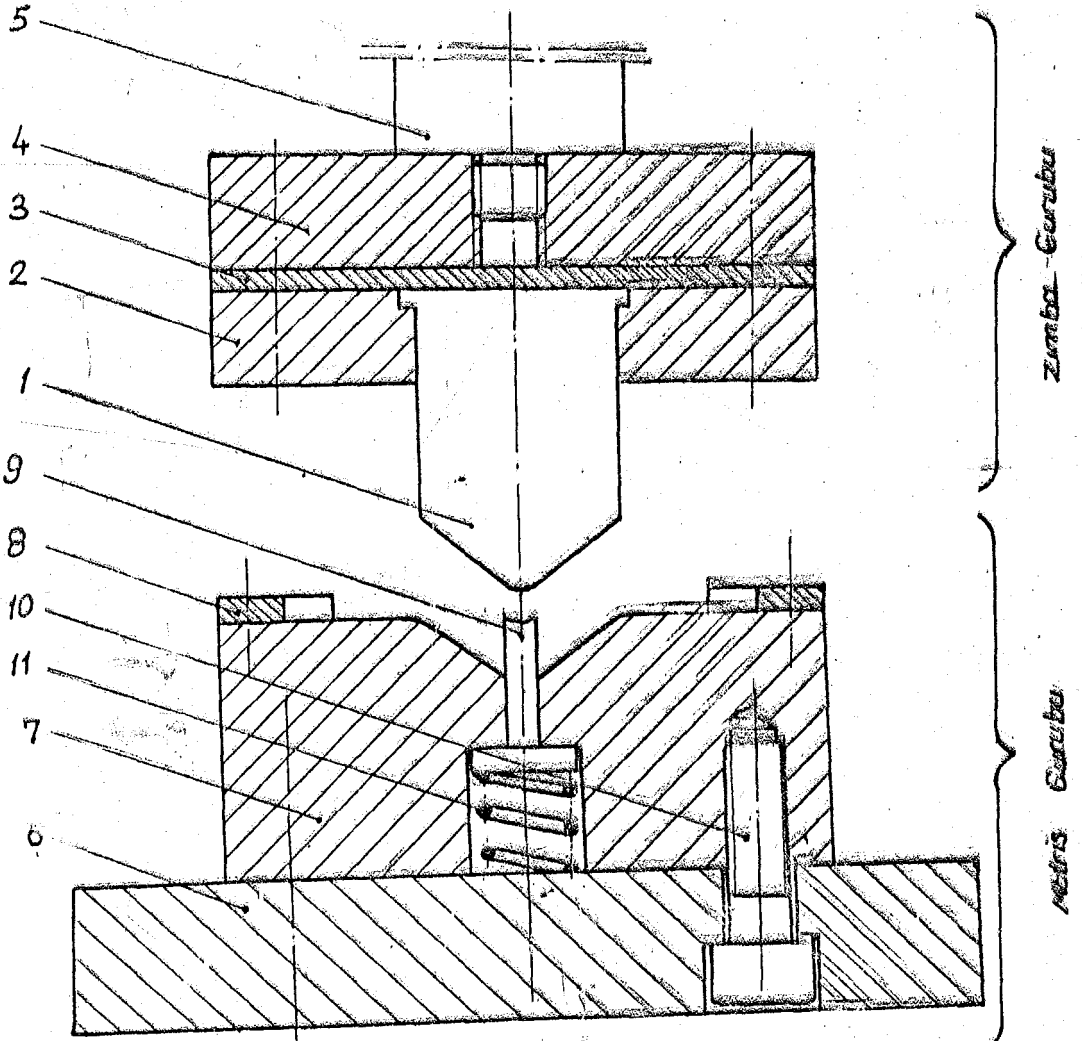
Sonuç:

Görüldüğü gibi dört ayrı formülden, sonuçlar birbirine yakın olsa dahi ayrı açınım boyu çıktı. Eğer, istenen parçada hassasiyet aranıyor ise, hesap yolu ile ilkel boy yani açınım boyunu tam olarak bulmak mümkün olmamaktadır. Bunun için, bulunan bu boy, bize hassas bükmelerde ön bükme için yararlı olur. Bulunan bu boya göre kalıp yapılır, numune

elde edildikten sonra kalıptaki boy farkı kalıp üzerinde yapılacak küçük bir değişiklikle giderilir. (örn. dayamaların yeri ayarlanır.)

İstenen parça hassas değilse böyle bir işleme gerek kalmaz. Hesap yolu ile bulunan boy, kalıptan çıkan numunenin boyuna yakın bir değer olduğundan kalıpta herhangi bir değişikliğe gerek kalmaz.

6-Bükme Kalıplarının Elemanları:



Şekil 9

(11)

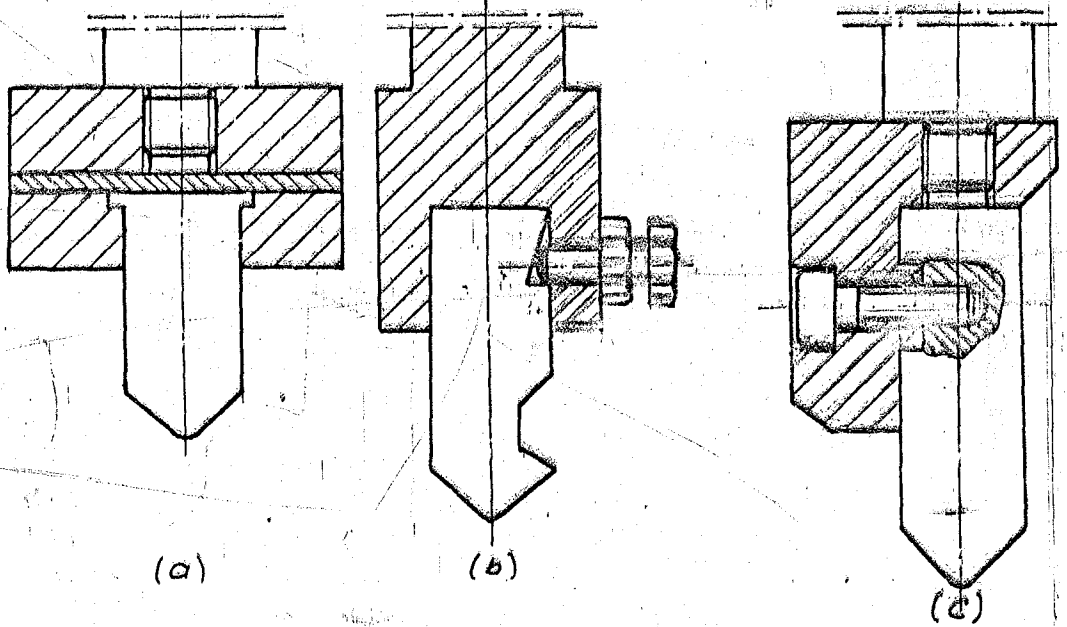
Zimba Grubu

- 1-Zimba
- 2-Zimba tutucusu
- 3-Darbe sacı
- 4-Üst kalıp seti
- 5-Sap

Matris Grubu

- 6-Alt kalıp seti
- 7-Matris
- 8-Dayama
- 9-İtici
- 10-Bağlama elemanları
- 11-Yay

6-1-Zimba Grubu:



Şekil. 10

Bükme kalıplarında şekillendirmeyi pozitif yönde etkileyen elemanlardır. Zimba, zimba tutucusu, darbe sacı, üst kalıp seti ve saptan oluşur. Bu sayılan elemanların tümü ile oluşturulan zimba grubu olduğu gibi, sadece zimba ve sap gibi çok basit veya daha fazla elemanın bulunduğu konstrüksiyonlar vardır.

6-1-1-Zimba:

Matrisi bütünler ve malzeme yönünden matrisle aynıdır. Bükme kalıplarındaki zimbaların darbe ile çalıştığı göz önüne alınarak, sertleştirme işlemi sonunda elde edilen özellikler, kesme kalıplarında kullanılan matrisin özellikleri ile aynı yapılmaz. Kesme kalıplarında keskinlik ve aşınma mukavemeti istenir, bükme kalıplarındaki matris ve zimbada ise darbelerle karşı dayanıklılık, yüzey sertliği ve özlülük istenir.

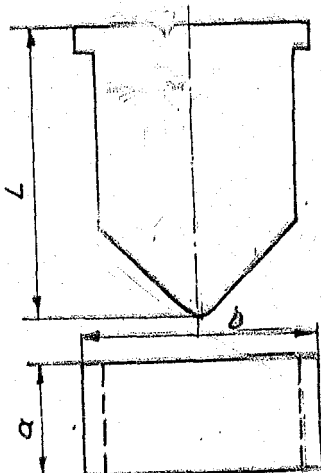
6-1-2-Zimba Tutucusu:

Zimbaları tutan elemana denir. Yapımında imalat çeligi veya kalın sac levha kullanılır. İmalat çeligi çoğu kez uzun ömürlü olması istenen kalıplara uygulanır. Eğer sertleştirilmesi isteniyorsa, sertlik değeri 47-50 Rc olmalıdır.

Zimba tutucusunun büyüklüğü üretilecek olan parçaya göre belirlenir. Ayrıca seçilen büyüklük uygulanacak kuvveti karşılamalıdır.

Zimbalar köşeli değilse, zimba tutucusunun içinde dönmemesi için, önlemler alınmalıdır. Bu durum, kesme kalıplarında da görülür.

6-1-3-Darbe sacı:



(13)

Şekil. 11

Zimba tutucusu ile üst kalıp seti arasında konan elemana denir. Sertleştirilir ve taşlanır. Görevi, zimbada oluşan kuvvetin üst kalıp setinde hasara sebep vermesini önlemesidir.

Darbe sacı, her zaman kullanılmaz. Ancak aşağıdaki şartın sağlanması durumunda kullanılır.

$$P = \frac{P}{F} \Rightarrow P = \frac{P}{a \cdot b} > 25 \text{ kg/mm}^2 \text{ olursa darbe sacı kullanılır.}$$

P = Yüzey basıncı (kg/mm²)

F = Zımbanın baş kısmına ait alan, yani darbe sacı ile temas eden alan. (mm²)

P = Bükme kuvveti (kg)

F = a . b

6-1-4-Üst Kalıp Seti:

Zimba tutucusu ve darbe sacını üzerinde taşır. Bir bakıma zimba gurubunun gövde elemanı olarak kabul edilebilir. Kalıp sapı bulunmayan büyük kalıplarda, zimba gurubu pres koçuna üst kalıp seti ile bağlanır. Hassas kalıplamalarda sütunlu olarak alt kalıp seti ile özdeş yapılır. Genelde fonttan, bazı durumlarda platina denen kalın sacdan yapılır. Standart tipleri vardır ve tablolar halinde düzenlenmiştir. (bkz. standart kalıp set takımları, 6-1-5.)

6-1-6-Sap:

Zimba gurubunun pres koçuna bağlanmasını sağlayan elemana denir. Saplar, özel durumlarda pres koçunun ölçülerine göre yapılır. Normal koşullarda sap ölçüleri standart tablolardan alınır. Değişik türde sap tutucusuna bağlanabilir fakat en çok kullanılanı, vidalı olanıdır.

Sapın görev yaparken dönmemesi için bazı önlemler alınmalıdır. Sap, üst kalıp setine dik olarak ve tüm kuvvetlerin ağırlık merkezlerinde bağlanmalıdır.*

Sap yerinin bulunması - Kesme Kalıpları ve Konstrüksiyonu -
nu- H. Kurt

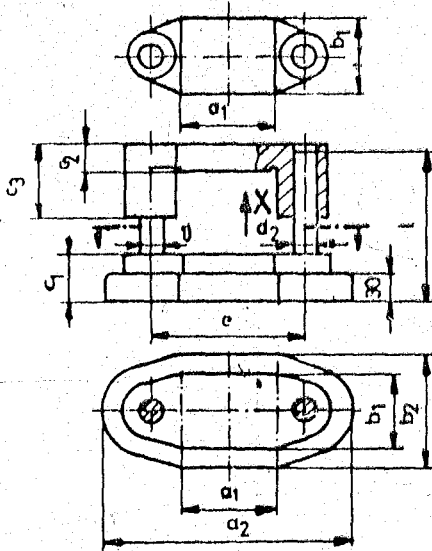
6-1-5-Standart Talip Set Takımları:

FORM.C

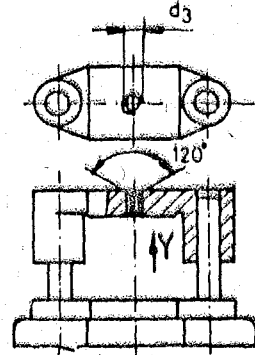
FORM.CG

Üst parçada dış bağlantısı olmayan dikdörtgen çalışma yüzeyi.

Üst parçada dış bağlantısı olan dikdörtgen çalışma yüzeyi.



X görünüşü



Y görünüşü

Diğer ölçüler, ve kesit form C gibi.

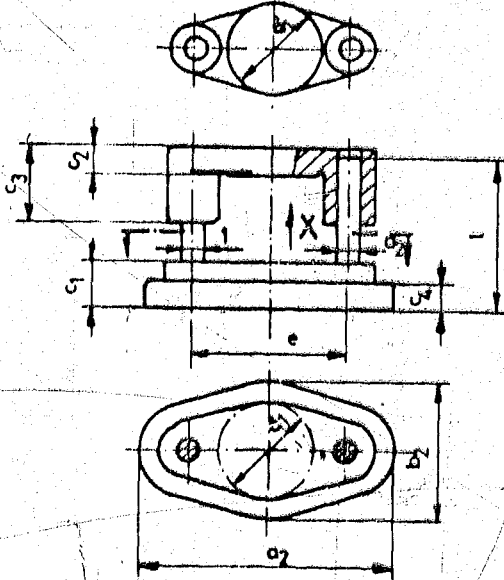
Çalışma yüzeyi $a_1 \times b_1 = 100 \times 80$ olan Cformdaki kalıp takımının gösterilişi: C 100x80 DIN 9812

Çalışma yüzeyi $a_1 \times b_1$	a_2 max.	b_2	c_1	c_2	c_3 max.	d_2	d_3	e min.	l
80 x 63	235	103	50	30	80	19	M20 x 1,5	125	160
100	255							145	
100	275							155	
125 x 80	300	120	50	30	80	25	M20 x 1,5	180	160
160	335							215	
125	300		50			25		180	170
160 x 100	335	140	50	40	90	25	M24 x 1,5	215	
200	395		56			32		265	180
250	445							315	
160	355							225	
200 x 125	395	165	56	40	90	32	M24 x 1,5	265	180
250	445							315	
315	510							380	
200	395		56			32		265	200
250 x 160	445	200	56	150	100	32	M30 x 2	315	
315	555	210	63			40		395	220
250 x 200	490		63	50	100	40	M30 x 2	330	220
315	555	250	63					395	
315 x 250	555	300	63	50	100	40	M30 x 2	395	220

FORM.D

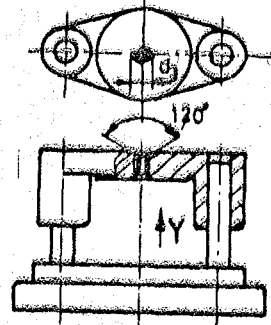
Üst parçada dış bağlantısı olmayan yuvarlak çalışma yüzeyi.

X görünüşü



FORM.DG

Üst parçada dış bağlantısı olan yuvarlak çalışma yüzeyi.



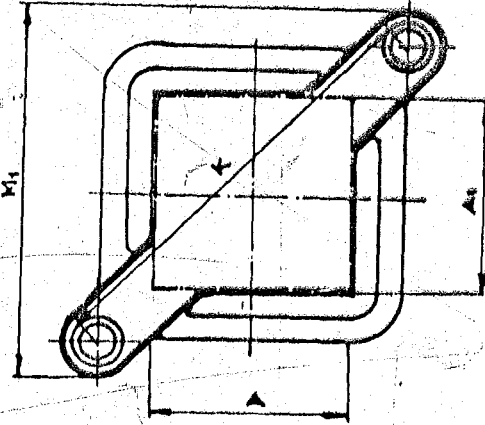
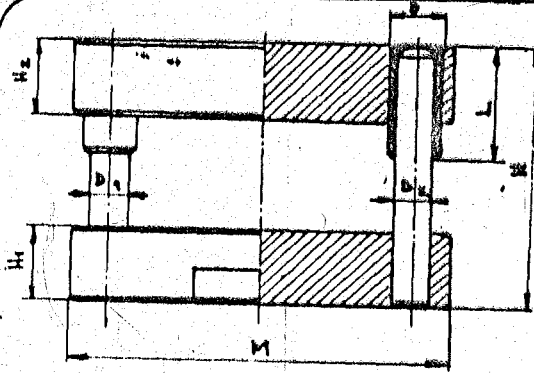
Y görünüşü

Diğer ölçüler ve kesit, Form.D'deki gibi.

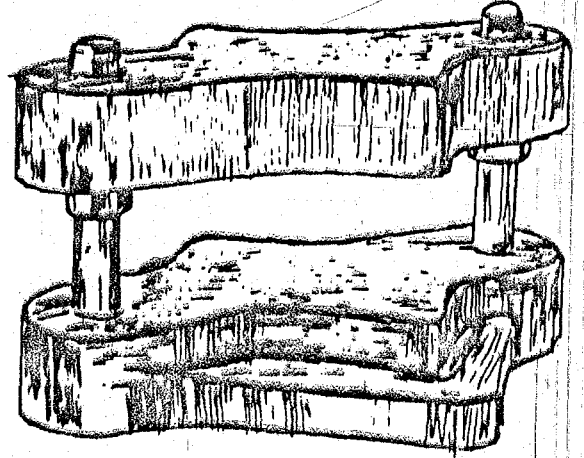
$d_1=100$ mm'lik çalışma yüzeyine sahip D formundaki bir kalıp takımının gösterilişi: D 100 DIN 9812

Çalışma yüzeyi d_1	a_2 max.	b_2	c_1	c_2	c_3 max.	c_4	d_2	d_3	e min.	l
50	170	90	40	25	65	20	18	M16x1,5	80	125
63	185	103							95	140
80	240	120	50	30	80	30	25	M20x1,5	125	180
100	275	140							155	
125	355	200							180	
160	375	220	56	40	90	30	32	M24x1,5	225	180
180	395	240							245	
200	400	250							265	
250	495	300	63	50	100	30	40	M30x2	330	200
315	555	395							395	220

Verilmeyen değerler, maksada uygun olarak seçilir.



Tip: S



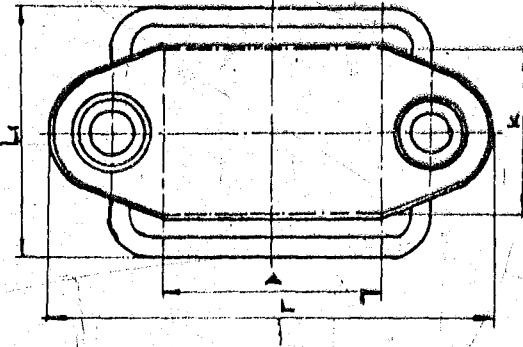
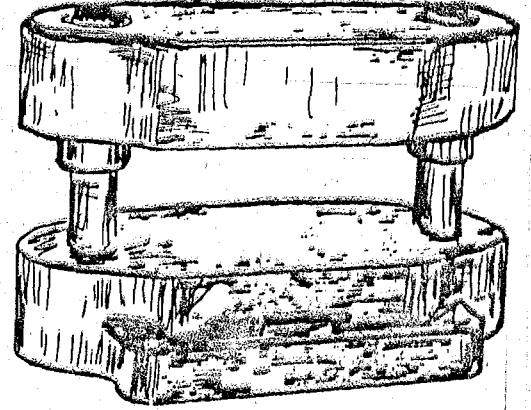
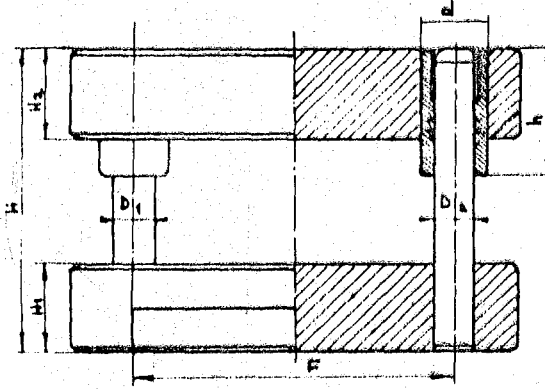
Kullanılan gereç : Font 6826 Sütun, burg 15NC 11

Sertliği : Font 6826 200~220 Brinnell

Sütun, burg HRc 62~64

Tolerans: Sütun H5, Burg H6

Kullanılan takım simgesi	Faydalı alan büyüklüğü		Kalıp takımı yüksekliği		Sütun eksen uzunluğu K	Sütun büyüklüğü			Burg çap boy		Kalıp takımı genişliği		Ağırlık Kg.
	A	A ₁	H ₁	H ₂		D ₁	D ₂	H	D	L	M	M ₁	
S1	105	105	40	35	195	19	20	140	30	80	200	200	14
S2	125	65	45	35	195	19	20	140	30	80	235	150	13
S3	125	85	45	40	195	19	20	150	30	80	225	170	14
S4	125	125	45	40	215	19	20	150	30	80	215	215	18
S5	145	85	50	45	215	24	25	170	36	70	255	175	19
S6	145	105	50	45	245	24	25	170	36	70	265	210	20
S7	145	145	50	45	265	24	25	180	36	70	255	255	25
S8	165	85	50	45	245	24	25	170	36	70	285	180	21
S9	165	105	50	45	245	24	25	180	36	70	275	200	24
S10	165	125	50	50	265	24	25	180	36	70	280	225	27
S11	165	165	50	50	305	24	25	180	36	70	285	285	34
S12	205	85	55	50	265	30	31	180	45	80	320	180	28
S13	205	125	55	50	305	30	31	180	45	80	340	235	35
S14	205	165	55	55	325	30	31	200	45	80	330	280	42
S15	205	205	55	56	365	30	31	200	45	80	335	335	43
S16	245	105	60	60	325	30	31	200	45	80	385	215	40
S17	245	145	60	60	365	30	31	200	45	80	400	270	54



Kullanılan gereç: Font GG 26
Sütun, 15nNC 11

Sertliği:

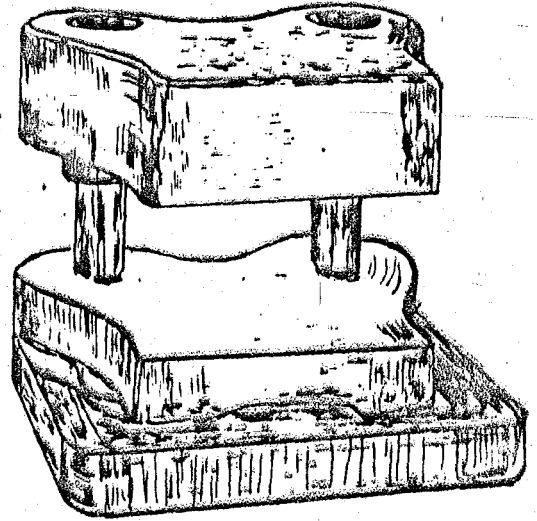
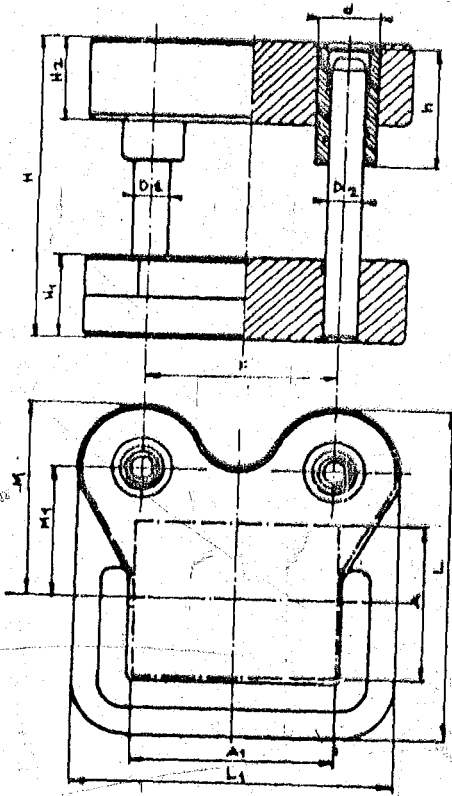
Talıp takımının, 200-220 Brinel

Sütun ve burç, HRC 62-64

Tolerans: sütun; h5, burç; H6

Tip: SE

Kalıp Takımının Simgesi	Faydalı alan büyüklüğü		Kalıp takımının yüksekligi		Sütun eksen ortalığı	Sütun büyüklüğü			Burç büyüklüğü		Kalıp takımının en boy		Ağırlık Kg
	A	K	H1	H2		F	D1	D2	H	d	h	L1	
SE 1	85	65	35	35	125	15	16	120	26	50	105	175	6,5
SE 2	105	85	40	40	145	19	20	140	30	60	125	205	11
SE 3	125	85	45	40	165	19	20	140	30	60	105	225	12
SE 4	125	85	45	40	165	19	20	150	30	60	125	225	13
SE 5	145	85	50	45	195	24	25	170	36	70	135	260	17
SE 6	145	105	50	45	195	24	25	170	36	70	155	260	20
SE 7	165	85	50	45	215	24	25	170	36	70	135	280	19
SE 8	165	105	50	45	215	24	25	180	36	70	155	280	22
SE 9	165	125	50	45	215	24	25	180	36	70	175	280	24
SE 10	205	85	55	50	265	30	31	180	45	80	145	340	26
SE 11	205	125	55	50	265	30	31	180	45	80	180	340	33
SE 12	205	165	55	50	265	30	31	200	45	80	225	340	42
SE 13	245	105	60	55	305	30	31	200	45	80	165	385	38
SE 14	245	145	60	55	305	30	31	200	45	80	205	385	50
SE 15	245	185	60	55	305	30	31	200	45	80	245	385	57
SE 16	305	145	60	60	365	30	31	250	45	80	205	455	57
SE 17	305	185	60	60	365	30	31	250	45	80	245	455	69
SE 18	305	245	60	60	365	30	31	250	45	80	285	455	78



Kullanılan gereç: Font 6026 15 NC 11 Sütun ve burç

Sertliği : Font.6026 200 n220 Brinnell

Sütun ve burç: HRc 62~64

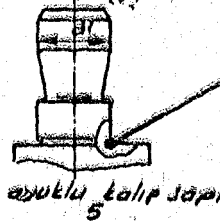
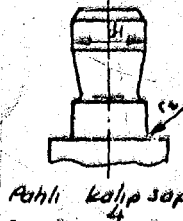
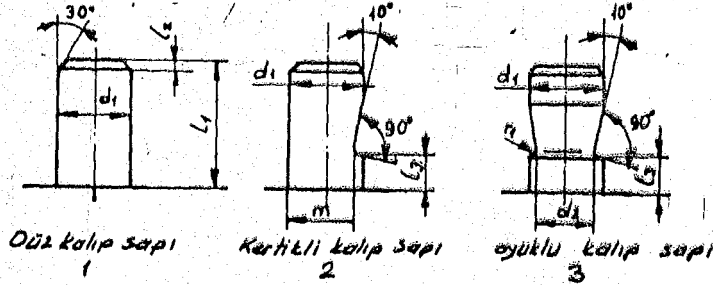
Tolerans : Sütun H 5 , burç H 6

Tip: H

Kalıp Takımı Simgesi	Faydalı alan büyüklüğü		Kalıp takımı yüksekliği		Sütun eken aralığı F	Sütun			Burç		Kalıp takımı en boy			Ağırlık Kg	
	A ₁	A	H ₁	H ₂		D ₁	D ₂	H	d	h	M ₁	L ₁	L		M
H 1	85	65	35	35	80	15	15	120	26	50	55	135	135	80	7,5
H 2	105	65	40	35	105	19	19	140	30	60	55	165	145	85	11
H 3	105	85	40	35	105	19	19	140	30	60	65	165	165	85	12
H 4	125	65	45	40	125	19	19	140	30	60	55	185	145	85	13
H 5	125	85	45	40	125	19	19	170	30	60	65	185	165	95	15
H 6	145	85	50	45	145	24	24	170	36	70	70	210	175	100	19
H 7	145	105	50	45	145	24	24	170	36	70	80	210	195	113	21
H 8	165	85	50	45	165	24	24	170	36	70	70	230	175	100	20
H 9	165	105	50	45	165	24	24	180	36	70	80	230	195	110	25
H 10	165	125	50	45	165	24	24	180	36	70	90	230	215	120	27
H 11	205	85	55	50	215	30	30	180	45	80	70	290	190	110	28
H 12	205	125	55	50	215	30	30	180	45	80	90	290	230	130	37
H 13	205	165	55	50	215	30	30	200	45	80	110	290	290	150	44
H 14	245	105	60	55	245	30	30	200	45	80	85	380	220	130	43
H 15	245	145	60	55	245	30	30	200	45	80	105	330	260	150	52
H 16	305	105	60	60	305	30	30	200	45	80	85	395	225	130	52
H 17	305	145	60	60	305	30	30	200	45	80	105	395	285	150	59

6-1-7-Standart Sap Ölçüleri:

Kalıp sapları, sapıyuvalarının kaidelerinin uygun ker-
tiklere sahip olmalıdır.



DIN 509' göre serbest oyuk.

1'den 3'e kadar olan saplar, sap tablasıyla beraber ya-
pıldığında, berleşme, ya köşede yuvarlaklı r_2 (4'deki gibi) veya
serbest oyuklu (5'deki gibi) yapılarak gerçekleştirilir.

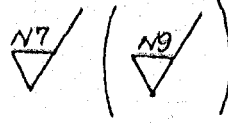
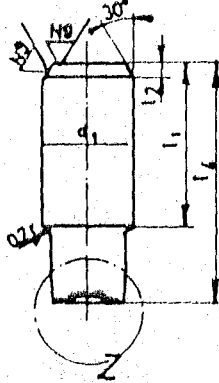
d_1	8	10	12	16	20	25	32	40	50	65	80
d_2	—	—	—	—	15	20	25	32	42	53	66
l_1	22	25	28	32	40	45	56	70	80	100	125
l_2	2	3	3	3	3	4	4	5	6	8	10
l_3	6	6	6	12	12	16	16	26	26	26	38
m	6,5	8,5	10	14	17,5	22,5	28,5	36	46	59	73
r_1	—	—	—	—	2,5	2,5	2,5	4	4	4	4
r_2	0,5				1						

Oyuklu kalıp sapları ek olarak form harflerden "E"
ile belirtilir.

DIN 9859

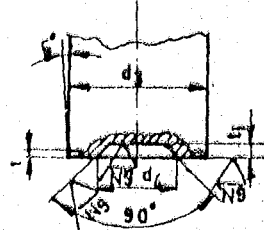
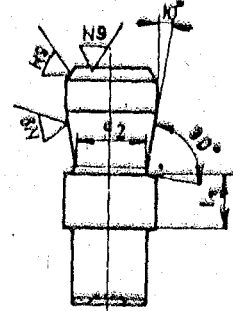
FORM.A Düz

d_1 8-40 mm



FORM.AE Dönerli

d_1 20-40 mm



Detay Z

Diğer ölçüler form A gibidir.

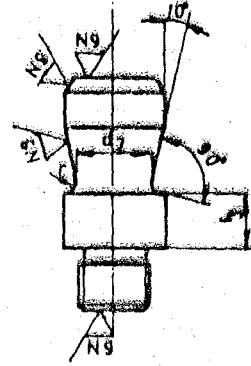
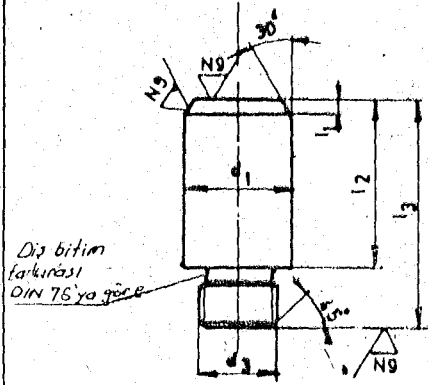
$d=25$ mm çapında ve $l=65,5$ mm olan A formunda bir kalap sapının gösterilmesi: A25X65,5 DIN 9859

d_1	8	10	12	16	20	25	32	40
d_2	—	—	—	—	15	20	25	32
d_3^{nd}	6	8	10	12	16	20	25	32
d_4	—	—	—	—	9	12	17	24
l_1	22	25	28	32	40	45	56	70
l_2	2	3	3	3	3	4	4	5
l_3	—	—	—	—	12	16	16	26
2)	35	38,5	41,5	46	54,5	—	—	—
l_4	—	—	—	52	60,5	65,5	77	91
	—	—	—	—	—	70,5	82	96
r_1	—	—	—	—	25	25	25	4
t_1	—	—	—	—	2	2	25	25

Mlz: Yapımcının seçimine göre DIN 1652 St 37 K veya DIN 17100 St 50.

FORM.C Düz

FORM.CE Oyuklu



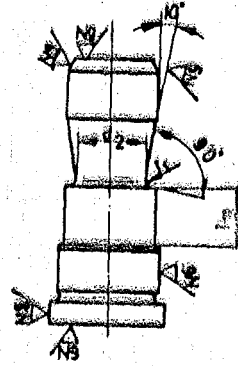
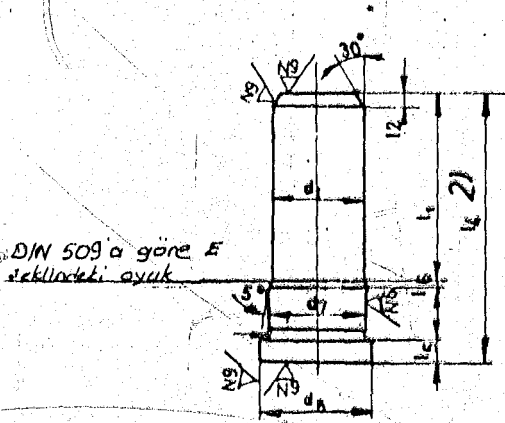
$d_1 = 40$ mm $d_3 = M20 \times 2$ olan CE formundaki bir kalıp sapının gösterilmesi: CE 40 - M20X2 DIN 9859

d_1 d_2	d_3	d_3	l_2	l_1	l_3	l_4	r
20	M16 X 1,5	15	40	3	12	58	2,5
25	M16 X 1,5	20	45	4	16	69	2,5
	M20 X 1,5						
32	M20 X 1,5	25	56	4	16	79	2,5
	M24 X 1,5						
40	M24 X 1,5	32	70	5	26	93	4
	M30 X 2						
50	M30 X 2	42	80	6	26	108	4
65	M42 X 3	53	100	8	26	128	4

Mlz:17100'e göre St 50.

FORM.D Düz

FORM.DE Oyuklu



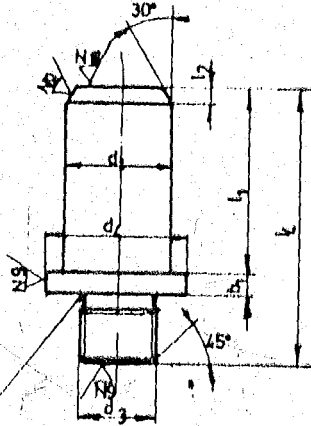
Diğer ölçüler form D
gibidir.

$d_1 = 32$ mm uzunluğu $l = 79$ mm olan D förmündeki kalıp sapının
gösterilişi: D32X79 DIN 9859.

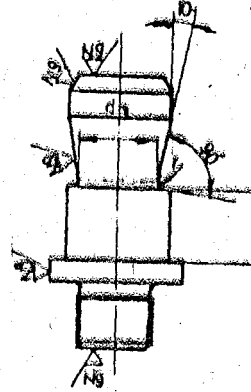
d_1	20	25	32	40	50	65
2)	58	63	74	88	-	-
14	-	68	79	93	103	-
	-	-	-	-	108	128
d_2	15	20	25	32	42	53
d_7	22	26	34	42	52	68
d_8	25	32	40	50	60	78
l_1	40,5	45,5	56,5	70,5	80,5	100,5
l_2	3	4	4	5	6	8
l_3	12,5	16,5	16,5	26,5	26,5	26,5
l_5	5	5	6	6	8	8
l_6	1,6	1,6	1,6	2	2	2
r_1	2,5	2,5	2,5	4	4	4

Mlz: DIN 17100'e göre St 50

FORM.K Düz



FORM.KE Oyuklu



Diğer ölçüler form K gibidir.

$d_1 = 40$ mm: olan KE formundaki kalıp sapının gösterilmesi:
KE 40 DIN 9859.

d_1 d_2	d_2	d_3	d_4	b	l_1	l_2	l_3	l_4	r
20	15	M16X1,5	28	5	40	3	12,5	61	2,5
25	20	M20X1,5	34	5	45	4	16,5	70	2,5
32	25	M24X1,5	42	6	56	4	16,5	86	2,5
40	32	M30X2	52	8	70	5	26,5	108	4
50	42	M30X2	62	8	80	6	26,5	118	4
65	53	M42 X 3	77	8	100	8	26,5	150	4

Mlz: DIN 17100'e göre St 50.

Kalıp Sapları için Yuvalar:

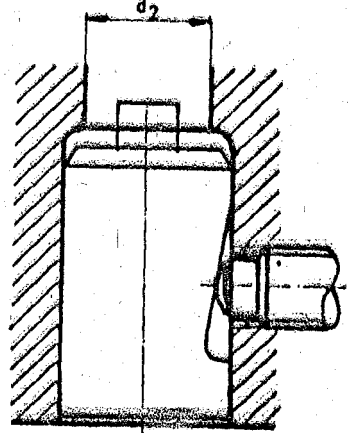
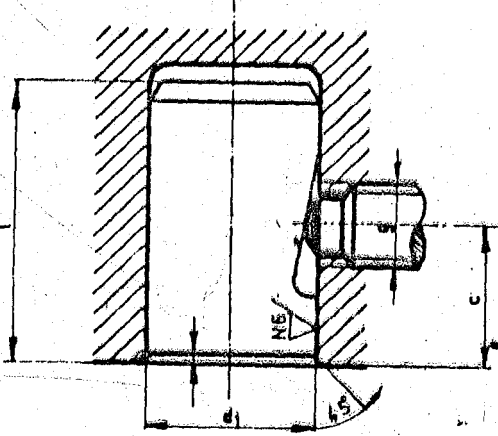
(A)



(B)

Çıkarmasız yuva

Çıkarmalı yuva



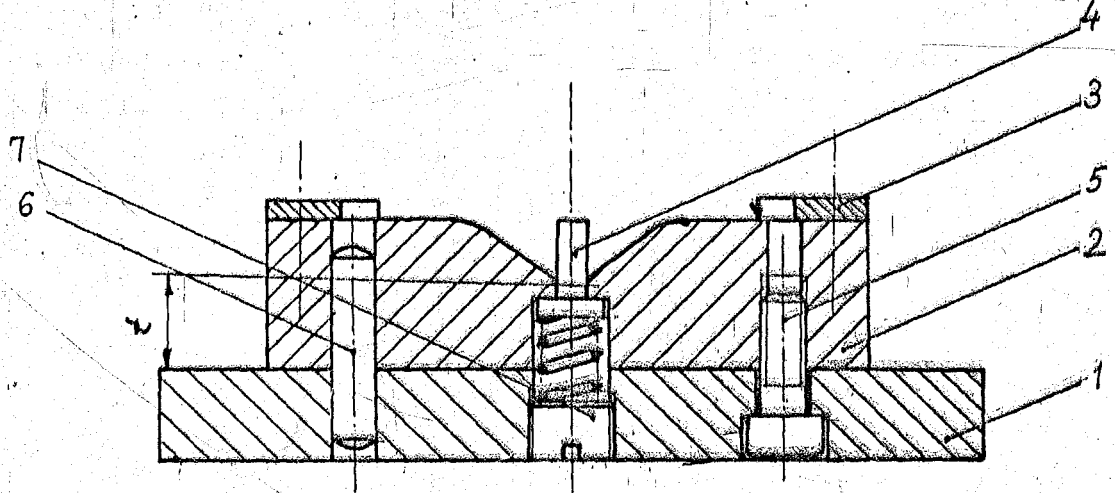
Bütün ölçüler için A formuna bakınız.

$d_1=32$ mm çapında A formunda bir pres kafası yuvasının gösterilmesi:

Kafa yuvası A32 DIN 810.

d_1 H7	l min	t	c	$Dış$ g	d_2 min	Pres gücü t yukarı ya kadar	
8	25	1	12	M8	—	—	—
10	28	1	12	M8	—	—	—
12	32	1	12	M8	—	—	—
16	36	1	20	M10	—	—	—
20	45	16	20	M12	20	—	4
25	50	16	25	M12	25	4	10
32	60	16	28	M16	25	10	25
40	75	2	40	M20	25	25	63
50	85	2	40	M20	32	63	160
65	105	2	45	M24	32	160	400
80	130	25	60	M30	32	400	1000

6-2-Matris Gurubu:



Sekil. 12

Bükme kalıplarında zımba gurubu ile birlikte bükme işleminin tamamlanmasını sağlar. Matris, alt kalıp seti, iticiler, dayanaklar ve bağlantı elemanlarından oluşur. Standart bükme kalıplarında bu elemanlar bulunur. Fakat, parçanın durumuna göre bu elemanlardan bazıları kullanılır veya kullanılmaz. Şimdi bu elemanları ayrı ayrı inceleyelim.

6-2-1-Alt Kalıp Seti:

Matris gurubunu üzerinde taşır ve pres tablasına bağlanmasını sağlar. Hassas kalıplamada zımba gurubu ile süntünlanır. Malzeme olarak üst kalıp seti ile aynıdır ve standartlaştırılmıştır.

6-2-2-Matris:

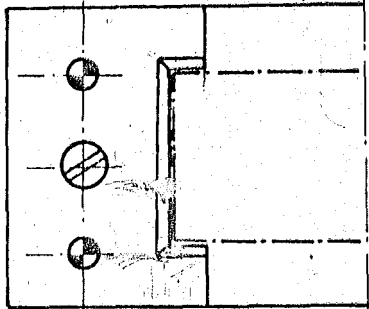
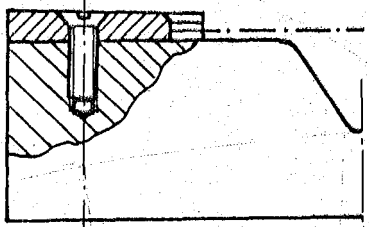
Zımba ile birlikte bükme işlemini tamamlar. Malzeme ve sertleştirme özelliği olarak zımbanın aynı özelliklerini taşır. Yapıdan sonra sertleştirilmeli ve taşlanmalıdır.

Matrisin 't' yüksekliği:

$$t = 4 \cdot \sqrt[3]{5^2 \cdot \sigma_b}$$

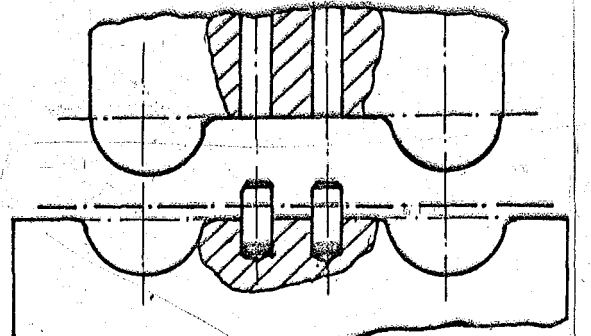
6-2-3-Dayamalar:

Parçaların özdeşliğini sağlayan elemana denir. Dayamalar, kalıp türlerine göre değişik biçim ve konstrüksiyonlarda yapılır. Yapımında takım çeliği kullanılır. Yüksekliği, genelde 1,5 mm den daha küçük yapılmaz. Parçaların konması için dayamaların kenarlarına 45° pah kırılabilir. Pah yüksekliği ise, dayama yüksekliğinin $1/3$ 'ü kadar olmalıdır. Şayet üretilen parça üzerinde delik varsa referans olarak o deliklerden yararlanılabilir. Bu tür işlerde, pim şeklinde dayamalar kullanılır. Matris üzerine veya değişik şekillerde bağlanabilir.

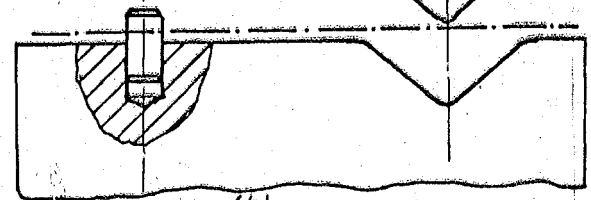


(c)

Sınırlı dayama



(a)



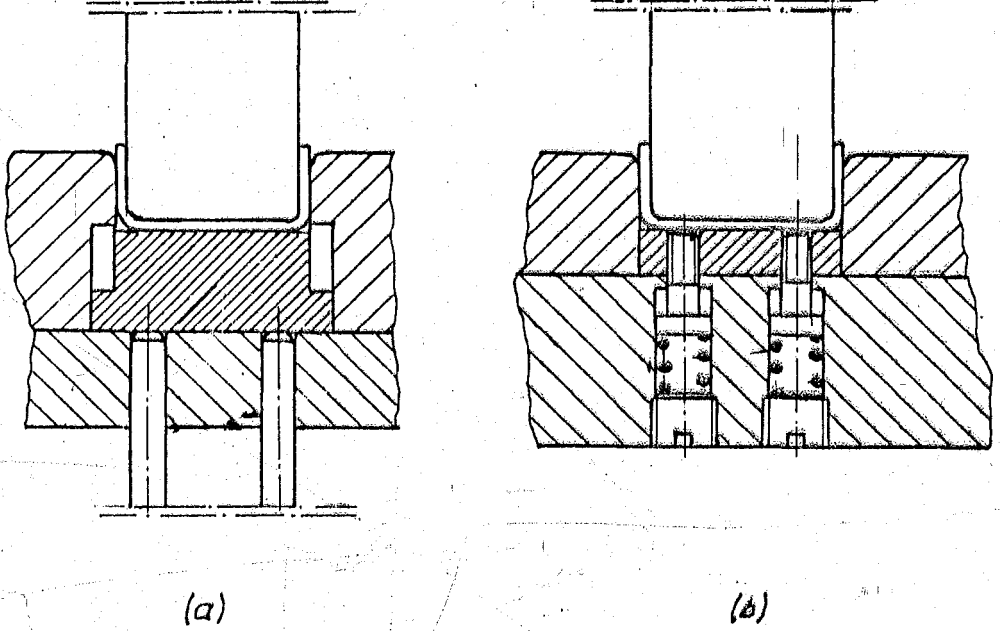
(b)

Pimli dayamalar

Şekil 13

Dayamalar, işin durumuna göre çeşitlilik gösterebilir. Şekillerdeki gibi kullanılabilir, kesme kalıplarındaki bazı dayama türleri de kullanılabilir. Bunlardan bazıları parmak, otomatik dayama olabilir. (bkz. H. Kurt).

6-2-4-İticipiler:



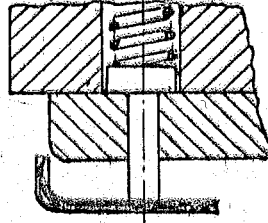
Şekil. 14

Bükme kalıplarında üretilen parçaların dışarıya atılması için gerekli elemanlara denir. Yaylarla donatılarak bu görevi yaparlar. Yapında alet çeliği kullanılır. Sertliği, 45-50Rc arasında olmalıdır. İticipsiz bükme kalıpları da olabilir. Pres üst ölü noktadan alt ölü noktaya inerken, zımba parçayı bükerek ve o anda itici de aşağı iner, yay kurulur. Pres koçu bu görevden sonrayukarıya, üst ölü noktaya çıkarken yay serbest kalır ve itici pimi etkileyerek parçayı matristen dışarı atar. Büyük parçaların atılması için, kalıp birden fazla itici ile donatılır. Yayın baskısı yay kapsülü ile arttırılır.

Bükme kalıplarında bükülen parça, genelde matris gurubunda kalır. Nedeni de geri esneme ile matrise sıkışmasıdır. Bu nedenden ötürü, zımba gurubuna itici çok ender durumlarda ilave edilir. Fakat parçanın hemen ayrılması istenen durumlarda zımba gurubuna da iticiler (ayırıcılar) ilave edilir.

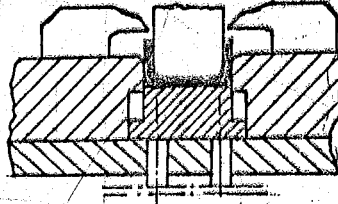
Bunlar;

a-İş parçasını zimbadan ayıran yaylı ayırıcılar,



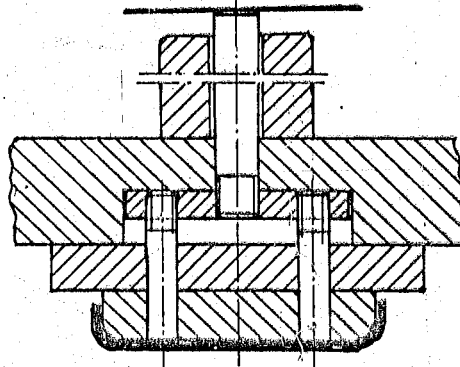
Şekil. 15

b-Kalıba eklenen kanca şeklindeki ayırıcılar,



Şekil. 16

c-Biçimlendirilmiş iş parçasını, zimbadan, pres koçunun yukarı hareketinden yararlanarak çıkaran çubuk,



Şekil. 17

d-Zımbanın içerisinden geçen hava ile,pres koçu yukarı kalktığı anda hava üflenir ve biten iş parçası zımbadan uzaklaştırılır.

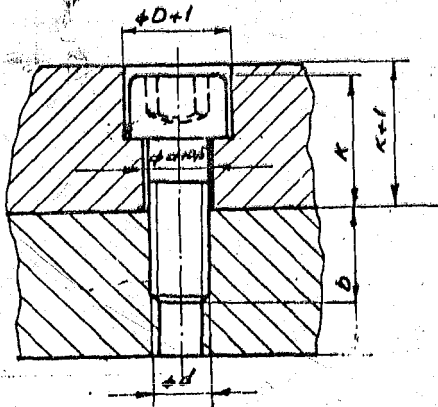
6-2-5-Bağlama Elemanları:

Tüm kalıp elemanlarının birbirlerine bağlanmasında vida,eksenel hareketlerinin önlenmesinde ise merkezleme pim-leri kullanılır.

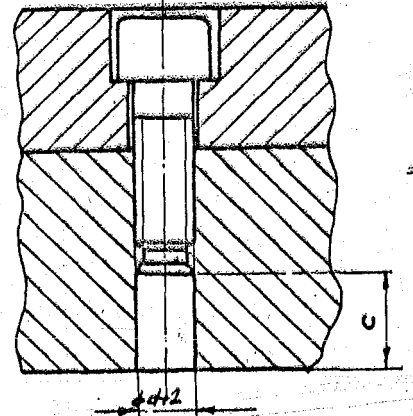
Vidalar:Herhangi bir dik kenarı tabana gelmek kaydı ile,silindirik veya konik yüzeyler üzerine sarılan dik üçgenin hipotenüsünün oluşturduğu eğriye helis,helisel yüzeylere de vida denir.Vidalar,çözülebilir bağlantıda kullanılan en önemli makina elemanları olup,kalıpçılıkta gömme başlı tipi kullanılır.Sağlamlık yönünden metrik vidalar tercih edilir.

Gömme vidalar(cıvatalar),bilindiği gibi standart elemanlardır.Bu vidalarda somun görevini kalıp elemanları yapar. Isıl işleme tabi olan matris veya zımba azerindeki vida delikleri mümkünse boydan boya delinmelidir.Böylece,tavlamanın o bölgede düzgün dağılması sağlanır.Ayrıca kılavuz çekme işlemi de daha kolay olur.

Kalıpçılıkta kullanılan gömme başlı vida büyüklükleri M3 - M12 arasında olabilir.Daha büyük kalıplarda ise, M16 - M24 kullanılır.Bu vidalar, şekillerdeki gibi monte edilmelidir.



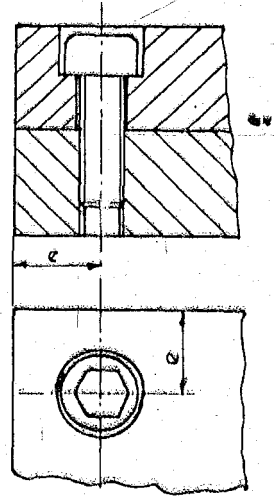
$A=1,5d$
 $c=2d$
Şekil.18



Şekil.19

Gömme başlı vidaların merkezleri ile kalıp parçalarının kenarları arasındaki uzaklık (e), genelde vida gömme baş çapına 1mm ilave etmek suretiyle bulunur.

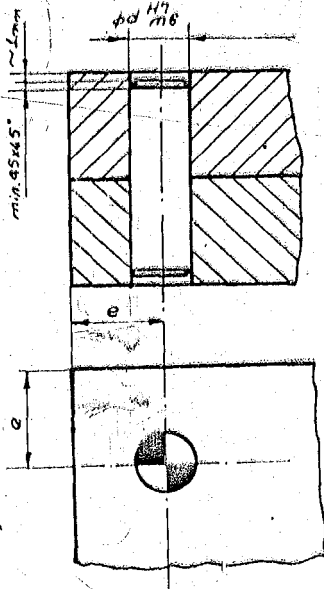
Gömme baş vidanın dış üstü çapı "d"	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16
Kenar uzaklığı	6,5	8	9,5	11	14	17	19	25



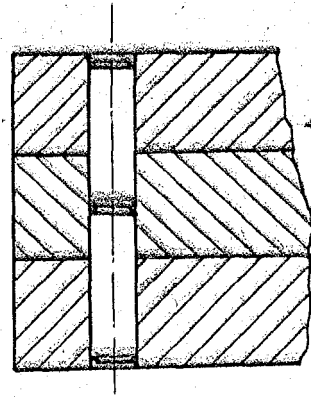
Şekil.20

Tablo:3. Kenar uzaklıklarına ait min. sayısal değ.

Pimler:Çözülebilir bağlantı elemanlarından olan pim-ler,kalıpçılıkta merkezleme amacı ile kullanılır.



Şekil.22



Şekil.22

Bağlanacak olan kalıp elemanları,vidalarla birleştirildikten sonra delinir ve rayba çekilir. Genelde,H7 m6 geçme türleri uygulanır.Yapımında çoğunlukla cıva çeligi kullanılır,sertleştirilir.Sertlik değeri,45 - 50 Rc olur.

Kalın parçaların pim delikleri kademeli delinir, ray balama işlemi ise kademedan sonra yapılır.

pimler; $\varnothing 4$ m6x20 DIN 6325 şeklinde gösterilir.

Burada:

$\varnothing 4$ pim çapını

m6 kalitesini

20 boyunu

DIN 6325 standart numarasını gösterir.

Parçaların konum değiştirmemesi için en az iki pim kullanılır. Eğer üç parça birbirine pimlenecekse uzun tek pim yerine iki adet aynı deliğe geçen kısa pim kullanılır.

Kalıplarda, kalıbın büyüklüğüne göre seçilen vidanın dişdibine yakın pim kullanılır. Pim merkezinin, birleştirdiği elemanların kenarlarına en az yakınlığı, pim çapına 3mm ila ve edilerek belirlenir.

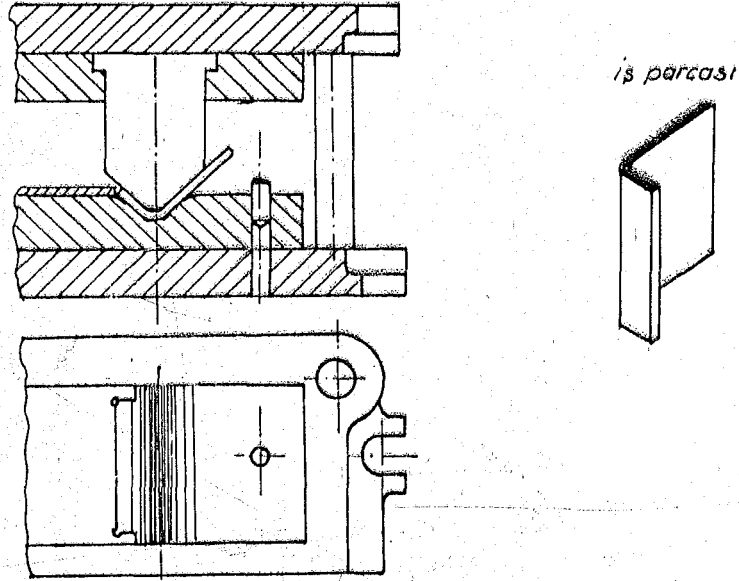
Kalıp resimlerinde, pim deliklerinin diğer deliklerden ayrılması için karşılıklı iki yer karalanır.

Kalıpçılıkta silindirik pim kullanılır.

Pim çapı "d"	3	4	5	6	7	8	10
Kenar uzaklığı "e"	6	7	8	9	10	11	13

Tablo:4. Pim merkezinin kenara olan uzaklığı.

I-"V" BÜKME KALIPLARI



Şekil.23

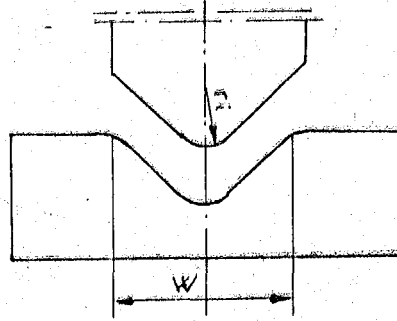
V bükme kalıplarına, bu kalıplarının kesitlerinin V harfine benzemesi sebebiyle bu ad verilmiştir. V bükme kalıplarında, bükme işlemiyle üretilen parça da V harfine benzer. Bu tip kalıplar, abkant preslerde geniş ölçüde kullanılırlar. Bu bükmelere ait örnekler paragraf I-1'deki şekillerde geniş olarak görülmektedir.

Küçük boydaki 'V' bükmelerde (500mm'den küçük) 'V' bükme kalıpları tüm elemanları ile birlikte yapılırlar.

Şekil.23'de görülen kalıp buna en basit örnek gösterilebilir. Kalıp, 'V' zımba ve matris, dayama, alt ve üst kalıp setlerinden oluşturulmuştur. Kalıp ayrıca sütunlarla donatılmıştır. Sütunlar kalıbın hassasiyetini arttırdığı gibi, prese kolaylıkla bağlanmasını da sağlar. Kalıbın düşük kapasiteli

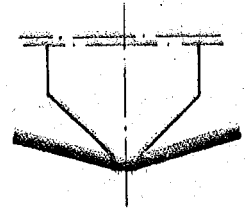
olması durumunda sütunlarla donatılmamış olabilir. Şekil.23' deki bükme kalıbında, dayamanın bükme ekseninden uzaklaştırılıp yakınlaştırılması ile çeşitli bükme kollarında bükme yapılabilir.

'V' bükme kalıplarında üç durum ortaya çıkar.



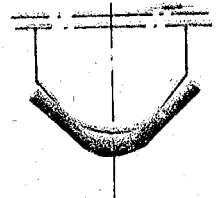
Şekil.24

a- $\frac{r_i}{W}$ küçük seçilirse, görüldüğü gibi bükülen parçanın bükülme yarı çapı, zımba kavisinden büyük olacaktır.



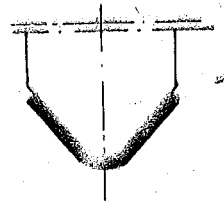
Şekil.25

b- $\frac{r_i}{W}$ büyük seçilirse, görüldüğü gibi bükülen parçanın bükülme yarı çapı, zımba kavisinden küçük çıkar. Parçayı çapla - mak için pres kursu aşağı indirildiğinde yaralanmalar olur ve hatta matris kırılabilir.



Şekil.26

c- $\frac{r_i}{W}$ uygun değerde olursa, parça büküldükten sonra istenen radyüse sahip olur. Burada zımba radyüsü parça radyüsünden çok az bir miktar küçük alınır.



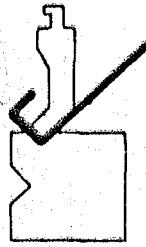
Şekil.27

I - "V" BÜKME KALIPLARI

I-1-Tipik 'V' Bükme Şekilleri:



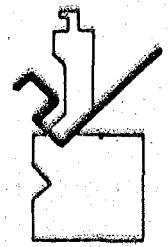
1



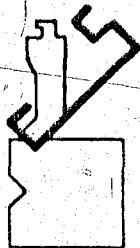
2



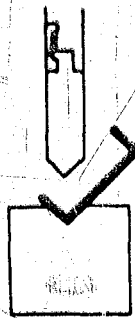
3



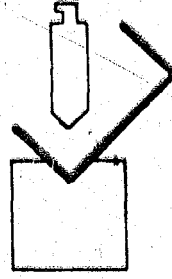
4



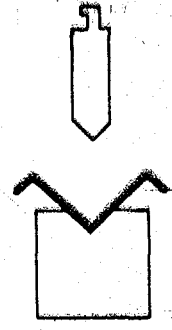
5



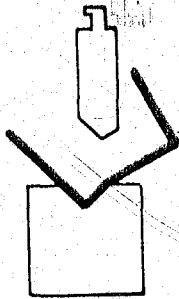
6



7



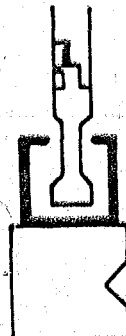
8



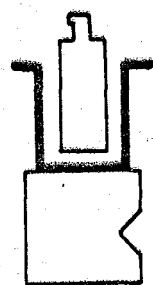
9



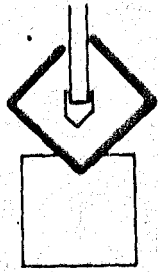
10



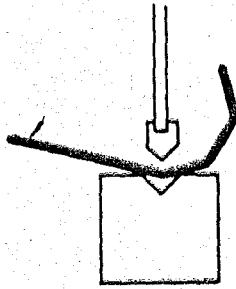
11



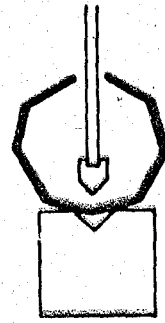
12



13



14



15



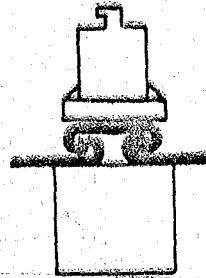
16



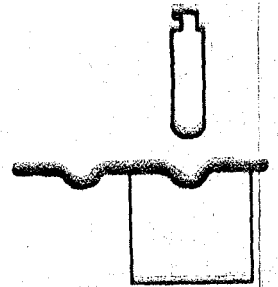
17



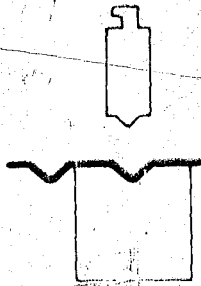
18



19



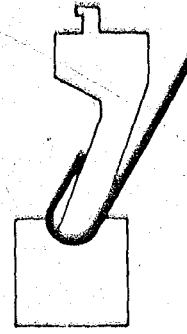
20



21



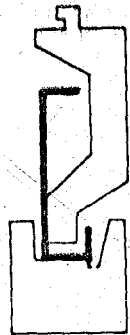
22



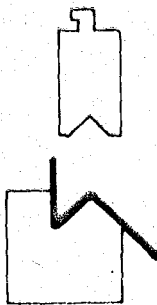
23



24



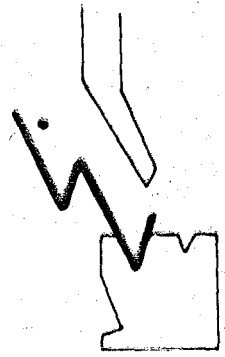
25



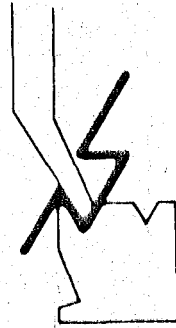
26



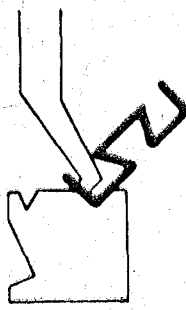
27



28



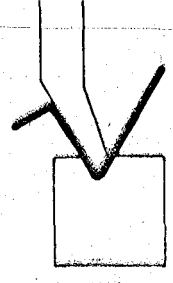
29



30



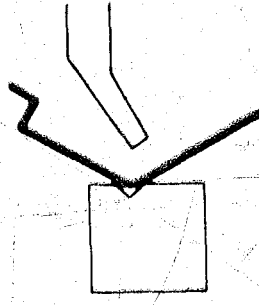
31



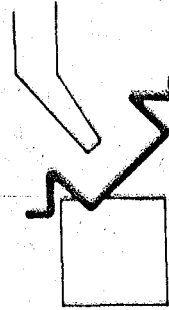
32



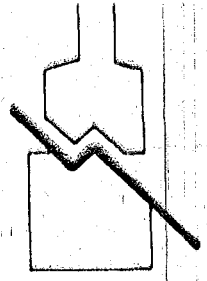
33



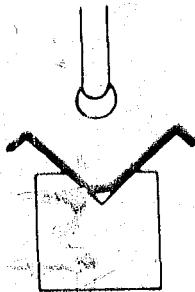
34



35



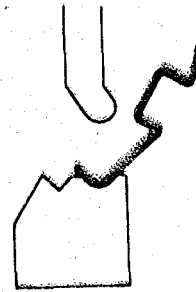
36



37



38



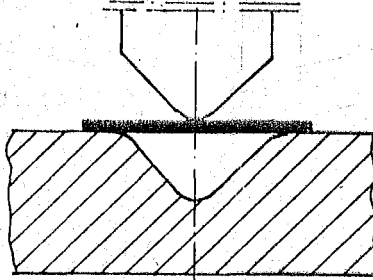
39



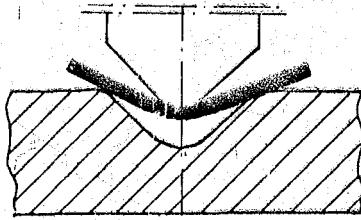
40

Şekil. 28.

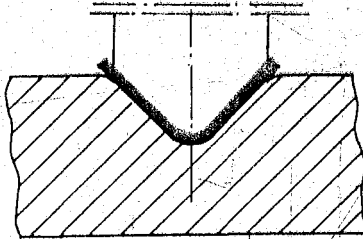
I-2-"V" Bükmede Safhalar:



Şekil. 29

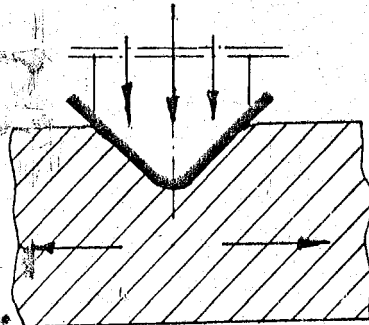


Şekil. 30



Şekil. 31

I-3-Kama Tesiri:



Şekil. 32

1. Safha: Zımbanın uç radyüsünün parça üzerine değinceye kadar inmesidir.

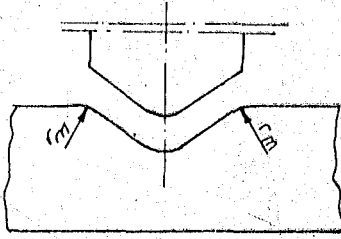
2. Safha: Zimba, iş parçasının merkezinden malzeme kalınlığı kadar aşağıya bastırır. Bu durumda, malzemenin kolları yukarıya doğru esner, matrisin r_m radyüslerinde kaymaya başlar.

3. Safha: Bu safhada sadece zımba ucu değil, zımbanın yan yüzeyleri de iş parçasını ütüler

"V" biçiminden dolayı zımba, kama tesirine sahiptir ve eğer şartlar uygun değilse kalıp gövdesini çatlatabilir. Aşağı inmekte olan zımba, malzemeyi kalıp boşluğunun cidarlarına doğru itmektedir. Dolayısıyla yan kuvvetle matrise nakledilir. Bu durumda, eğer zımba aşağı doğru hareketine devam eder ve matris de yeterli kalınlıkta değilse kama tesirinden ötürü, matris kırılır.

I-4-Bükme Yarı Çapları:

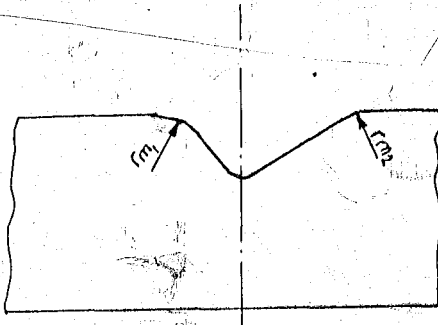
En uygun bükme yarı çapları, her işin özelliğine göre değişir. Bükme yarı çaplarını malzemenin cinsi ve kalınlığı etkiler. Malzeme kalın ve yumuşak ise bükme yarı çapları " r_m " büyük seçilir. Eğer malzeme ince ve sert ise r_m küçük seçilir.



Şekil. 33

Ayrıca bükme yarı çapları bükme açısına da bağlıdır. Geniş açılı bükmelerde bükme yarı çapları oldukça küçük seçilir.

Simetrik olmayan "V" bükmelerde bükme yarı çapları farklı yapılarlar. Bükmenin dar açılı tarafındaki r_m daha büyük yapılmalıdır. Bu sayede bükme kuvvetleri dengelenmiş olur.



Şekil. 34

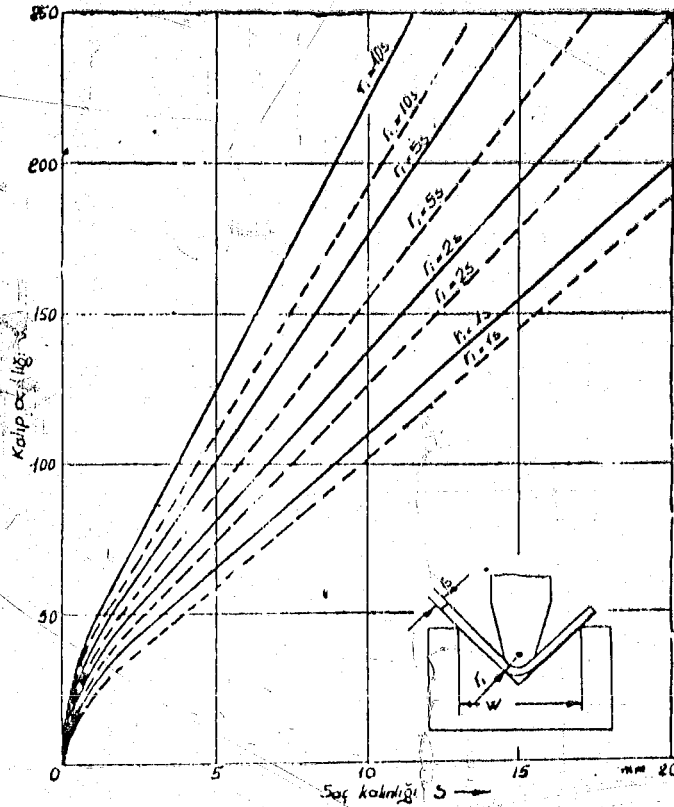
Bükme yarı çapı yüzey kaliteleri çok önemlidir. İşleme doğrultuları, sacın kalıp kalıp boşluğuna çekildiği doğrultuda olmalıdır.

I-5-Geri Esneme ve Kalıp Açısının Tesbiti:

Bükülmesi istenen parçalarda gerekli radyüs ve P kuvveti uygulayıp esneklik sınırı aşılır, fakat max. dirençleri aşılamaz. Bu nedenle, malzemeye uygulanan P kuvveti kaldırıldığında, bükülen parça bir miktar açılır. Bunu şöyle açıklayabiliriz; Bükme esnasında iç yüz basılmaya, dış yüz ise çekilmeye çalışmıştır. Kuvvet kaldırıldığında iç yüz çekilmeye, buna karşı dış yüz basma kuvvetlerini parça üzerine uygular. Böylece geri esneme dediğimiz olay meydana gelir.

Geri esneme, malzemenin cinsine, kalınlığına, ve bükme şartlarına (sıcaklık v.s.) bağlıdır. Geri esneme ayrıca, bükme yarıçapı ile doğrudan ilgilidir.

Buna bağlı olarak, bükme radyüsü r_i sac kalınlığı s olmak üzere $\frac{r_i}{s}$ oranı ile kalıp açıklığı w 'yi diyagramlar yardımı ile bulabiliriz.



(40)

w kalıp açıklığı değerleri

Bir örnek yaparsak:

Verilenler:

İstenen:

$$s = 6\text{mm}$$

$$d = ?$$

$$\sigma_0 = 33 \text{ Kg/mm}^2$$

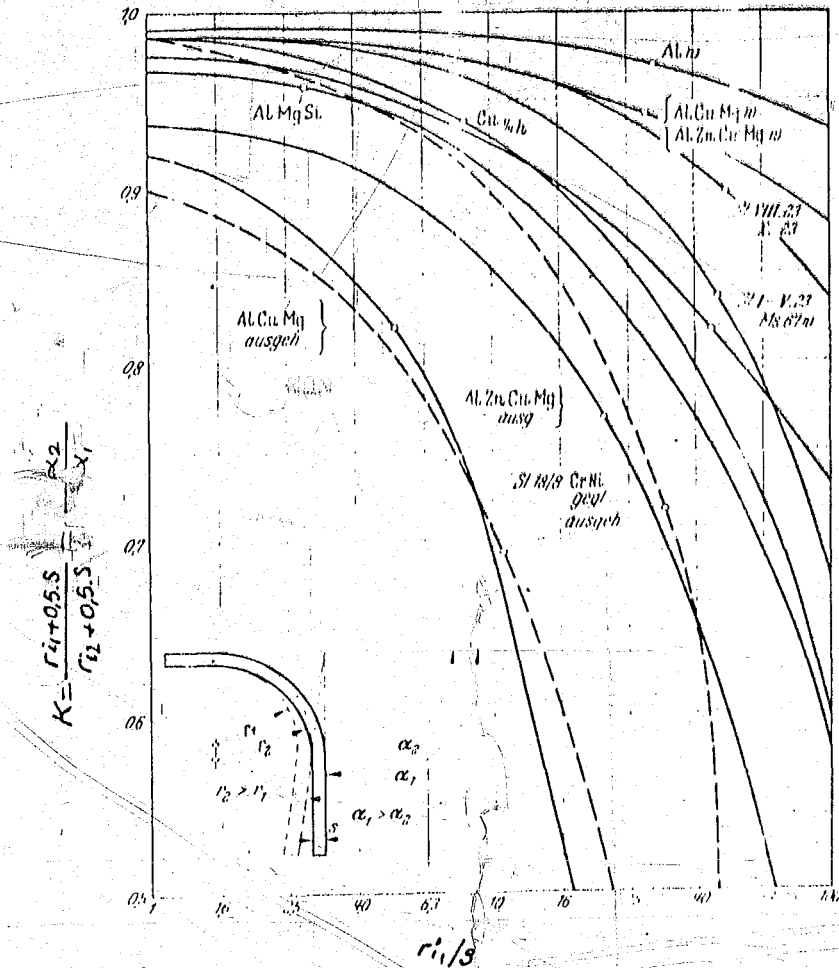
$$r = 12\text{mm}$$

Çözüm:

Bükme oranı $r_1/s = 12/6 = 2 \text{ mm} \Rightarrow r_1 = 2 \cdot s$ dir.

Grafikten yararlanarak kalıp açıklığı $w = 90 \text{ mm}$ bulunur.

Sac kalınlığı büyük olduğundan $r_m = 10 \text{ mm}$ alınabilir.



(41)

K Katsayısının bulunması

Geri esnemede, bükme yarıçapının bükme sonrası yarıçapına oranına geri esneme faktörü denir.

$$K = \frac{r_1 + 0,5 \cdot s}{r_2 + 0,5 \cdot s} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1}$$

Malzemenin kopma ve akma sınırlarına ait gerilmeler biliniyor ise "Siabel" tarafından tavsiye edilen aşağıdaki formül kullanılır.

$$K = 1 - \left[a \left(\frac{\sigma_k + \sigma_b}{2} \right) + b \left(\frac{\sigma_k + \sigma_b}{2} \right) \left(\frac{r_1}{s} \right)^2 \right]$$

σ_s = Kopma mutavemeti (kg/mm²)

σ_b = Akma " "

a = Katsayı 0,001

b = Katsayı 0,000015

s = Malzeme kalınlığı

Geri esnemede K katsayısı diyagram yardımı ile bulunabilir. K katsayısı bulunduktan sonra kalıp açısının bulunması kolaylaşır. Bunun için:

$$K = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{\alpha_2}{K}$$

$$\beta = 180 - \alpha_1 \quad \alpha_2 = 180 - \alpha_0$$

β = Kalıplara verilmesi gerekli açı

α_0 = istenen açı

K = Katsayı

veya;

$$\Delta\alpha = (180 - \alpha_0) \left(\frac{r_2}{r_1} - 1 \right)$$

$$\Delta\alpha = \text{Geri esneme açısı}$$

$$\beta = \alpha_0 - \Delta\alpha$$

Örnek:

<u>Verilenler</u>	<u>İstenen</u>	<u>Formüller</u>
$s = 6 \text{ mm}$	$\beta = ?$	$\alpha_2 = 180 - \alpha_0$
$r_i = 2 \cdot s$		$K = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{\alpha_2}{K}$
$r_i = 12 \text{ mm}$		$\beta = 180 - \alpha_1$
Malzeme: AlCuMg		
$\alpha_0 = 88^\circ$		

Çözüm

$r_i/s = 12/6 = 2$ oranı ile diyagramdan $K = 0,89$ bulunur.

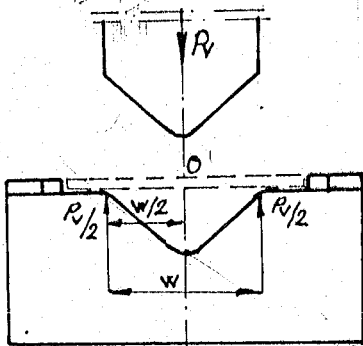
$$\alpha_2 = 180 - 88 = 92^\circ$$

$$\alpha_1 = \frac{92}{0,89} = 103^\circ$$

$$\beta = 180 - 103 = 77^\circ \text{ Bulunur.}$$

I-6-Bükme Kuvvetinin Hesabı:

Üretilen parçanın şekillenmesi için gerekli olan kuvvete bükme kuvveti denir. Bu kuvvet, malzemenin cinsine, kalınlığına ve şekillenmenin durumuna bağlıdır.



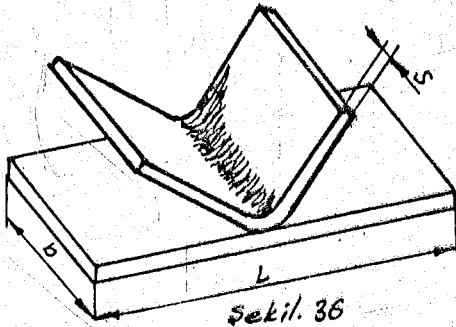
Şekil. 35

O halde, 'O' noktasına göre moment alınsak,

$$M_b = \frac{W}{2} \times \frac{Pv}{2} = \frac{W \cdot Pv}{4} \quad (1)$$

Bilindiği gibi $M_b = W \cdot \sigma_b$ 'ye eşittir.

$$W = \frac{I}{e} = \frac{I}{s} = \frac{12}{s} = \frac{b \cdot s^3}{12} \cdot \frac{2}{s}$$



$$W = \frac{b \cdot s^2}{6} \text{ mm}^3 \text{ dayanım momenti}$$

$$M_b = \frac{b \cdot s^2}{6} \cdot \sigma_b \quad (2)$$

1 ve 2 nolu formüllerden:

$$\frac{W \cdot P_v}{4} = \frac{b \cdot s^2}{6} \cdot \sigma_b$$

$$P_v = \frac{4 \cdot b \cdot s^2 \cdot \sigma_b}{6 \cdot W} = \frac{2 \cdot b \cdot s^2 \cdot \sigma_b}{3 \cdot W} \text{ olur.}$$

"c" bükme faktörü eklenirse, 2/3 oranı emniyet yönünden hesaba katılmaz. Böylece bilinmeyen yan kuvvetleri de hesaba katmış oluruz. O halde, $P_v = \frac{c \cdot b \cdot s^2 \cdot \sigma_b}{W}$ olur.

Bu formülde:

P_v = bükme kuvveti (kg)

b = bükülen boy (mm)

s = sac kalınlığı (mm)

σ_b = eğilme gerilmesi (kg/mm²)

W = Kalıp açıklığı (mm)

c = bükme faktörü Genelde, aşağıda belirtilen

değerlerde alınır.

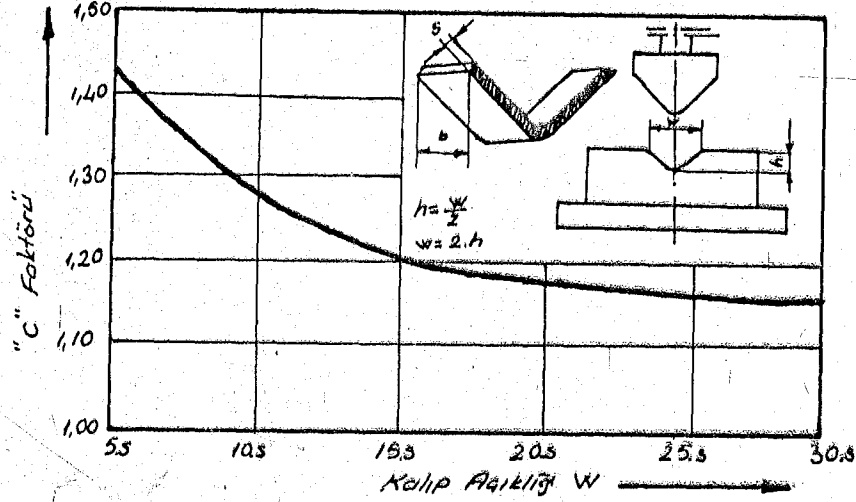
Kalıp açıklığı $W = 8 \cdot s$ için $c = 1,36$

" " " $W = 16 \cdot s$ " $c = 1,24$

" " " $W = 24 \cdot s$ " $c = 1,20$

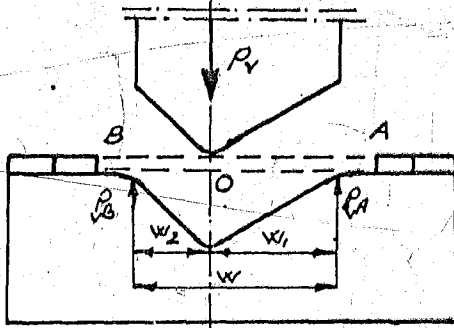
Ayrıca, "c" bükme faktörü $c = 1 + \frac{s \cdot 4}{W}$ ile veya diyafram yardımı ile bulunabilir.

Kalıp açıklığı büyüdükçe "c" faktörü 1'e yaklaşır.



Diyagramla "C" katsayısının bulunması.

Simetrik olmayan bükme kalıplarında bükme kuvvetinin oluşturduğu aksi tesirler eşit değildir.



Şekil 137

A'ya göre moment alsak,

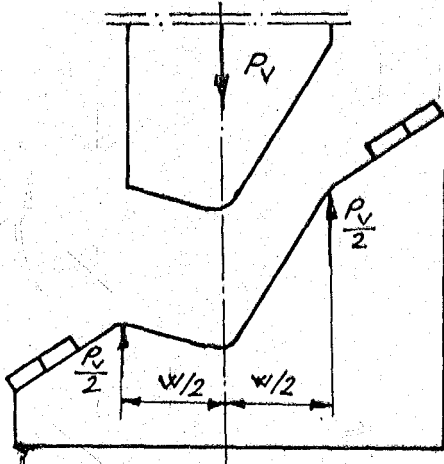
$M_b = Q$ 'dan A'ya göre moment;

$$P_v \cdot w_1 - w \cdot R_B = 0 \Rightarrow R_B = \frac{P_v \cdot w_1}{w}$$

B'ye göre moment;

$$P_v \cdot w_2 = R_A \cdot w \Rightarrow R_A = \frac{P_v \cdot w_2}{w}$$

Görüldüğü gibi farklı bükme kuvvetleri çıkar. Bu durum, giriş yarıçaplarında sürtünmelerin eşitsizliğine neden olur. Daha uzun olan bükme kolu daha kolay kayar ve üretim sonunda bu kısım resme göre daha kısa olur. İşte bundan dolayı w_1 ve w_2 aralıklarının sürtünme kuvvetlerini eşitleyebilmek için kalıba eğim verilir. Bu eğim, kısa kol boyu yönüne göre olur.



Bu durumda $w_1 = w_2$ olduğundan $P_v = 2 \cdot P_v/2$.

Mesnetlerdeki sürtünmeler eşit olur.

Sekt. 38

Örnek Problemler:

Problem.1-40 mm genişliğinde, 3 mm kalınlığında, eğilme gerilmesi 40 kg/mm^2 olan sac 'V' büküleceğine göre bükme kuvvetini bulunuz. Kalıp açıklığı $w = 36 \text{ mm}$ olacaktır.

Verilen değerler

$$s = 3 \text{ mm}$$

$$b = 40 \text{ mm}$$

$$\sigma_b = 40 \text{ kg/mm}^2$$

$$c = 1,24$$

Istenen değ.

$$P_v = ?$$

Formül

$$P_v = \frac{c \cdot b \cdot s^2 \cdot \sigma_b}{w}$$

Çözüm:

Kalıp açıklığı verilmeseydi r_1/s 'den bulunacaktı.

$$P_v = \frac{1,24 \cdot 40 \cdot 3^2 \cdot 40}{36}$$

$$P_v = 496 \text{ kg.}$$

Problem.2- 5 mm kalınlığında,600 mm genişliğinde, eğilme gerilmesi 50 kg/mm^2 olan sac abkant preste bükülecektir. Bükme radyüsü r_1 7 mm, kalıp açıklığı 40 mm olan matriste büküleceğine göre bükme kuvvetini bulunuz.

Verilen değerler

$$s = 5 \text{ mm}$$

$$b = 600 \text{ mm}$$

$$\sigma_b = 50 \text{ kg/mm}^2$$

$$W = 40 \text{ mm}$$

$$c = 1,36$$

Istlenen deg.

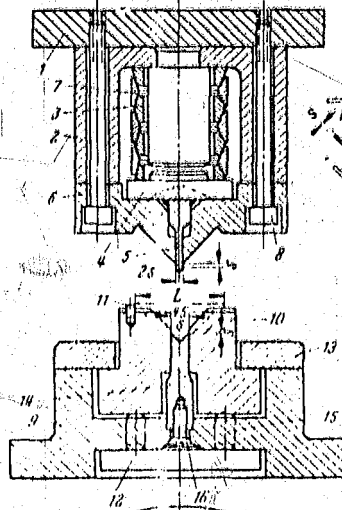
$$P_v = ?$$

Formül

$$P_v = \frac{c \cdot b \cdot s^2 \cdot \sigma_b}{W}$$

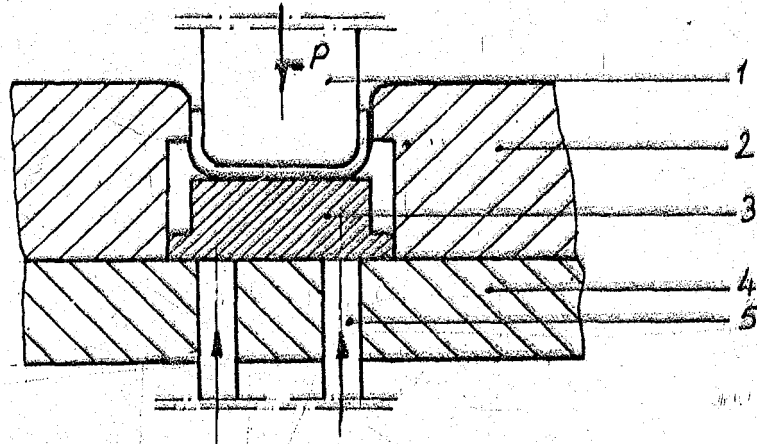
:Çözüm:

$$P_v = \frac{1,36 \cdot 600 \cdot 5^2 \cdot 50}{40} = 25500 \text{ kg.}$$



II- "U" BÜKME KALIPLARI

Mamul parça 'U' harfine benzediği için bu tip kalıplara 'U' bükme kalıpları denir. Bu tür kalıplarda direk bükmeyi etkileyen parçalar aşağıdaki şekilde gibidir. Diğer parçalar, bu elemanları üzerinde taşır ve gerek düzgün iş çıkarmayı gerekse kalıbı prese kolaylıkla bağlamayı sağlarlar.

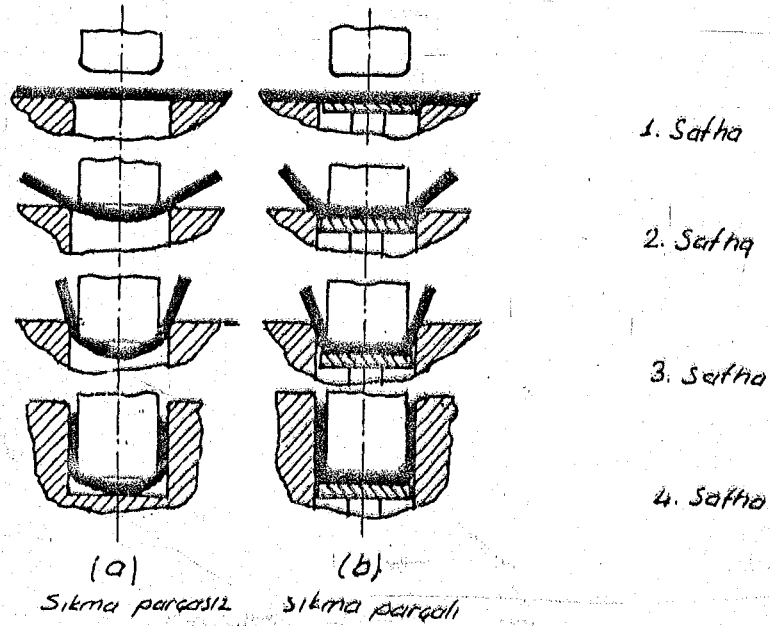


- 1-Zimba
- 2-Matris
- 3-İtici (sıkma parçası)
- 4-Alt kalıp seti
- 5-İtici tij.

II-1-Sıkma Parçalı Bükme:

'U' bükme kalıplarında istenen sonuca ulaşmak için, sıkma parçası yani iticiler kullanılır. Sıkma parçaları, iş parçasının, presin inişi sırasında, sacı tutarak her taraftan düzgün akmasını, bükme sonunda tabanın düzgün, dolayısıyla istenilen ölçü ve özellikte olmasını, bükmenin bitiminde de iş parçasının dışarı atılmasını sağlar.

Sıkma parçalarının kullanıldığı ve kullanılmadığı durumlardaki bükme safhaları şekil.41'deki gibidir.

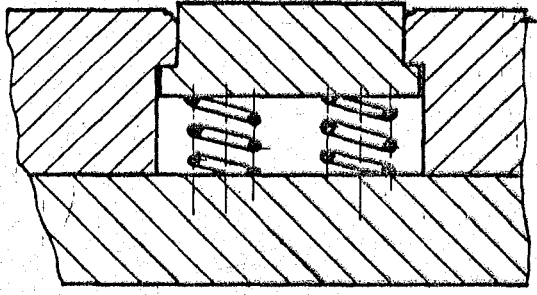


Şekil.41

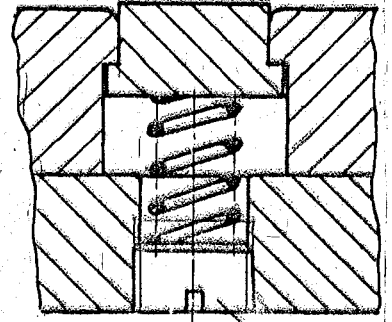
Sıkma parçalarının konstrüksiyonları çeşitlidir. İstenirse yaylar, istenirse de lastikler vasıtası ile sıkma sağlanabilir. Çok büyük bükmelerde ise hidrolik preslerin iticilerinden yararlanılabilir.

Eğer yaylarla sıkma ve iticilik sağlanmak isteniyorsa bunu çeşitli şekillerde sağlamak mümkündür. Bunlardan birincisi, itici yay itici altındaki boşluğa bırakılır. (Şekil.42)

İkinci halde ise kalıp boşluğuna bir kapsül ilave edilir ve yay ordan içeri atılır. Bu sistemin üstünlüğü, yay baskısını ayarlama olanağı sağlamasıdır. Bu sayede de iş parçasının hassasiyeti sağlanır. (Şekil.43) Bu sistemin yeterli olmadığı daha büyük yükteki 'U' bükmelerde ise ay baskısı sıkma parçasına itici tijler vasıtası ile ulaştırılır. (Şekil.44) Yayın bu taşkınlığı pres tablasının boşluğundan aşağıya sarkıtılır.

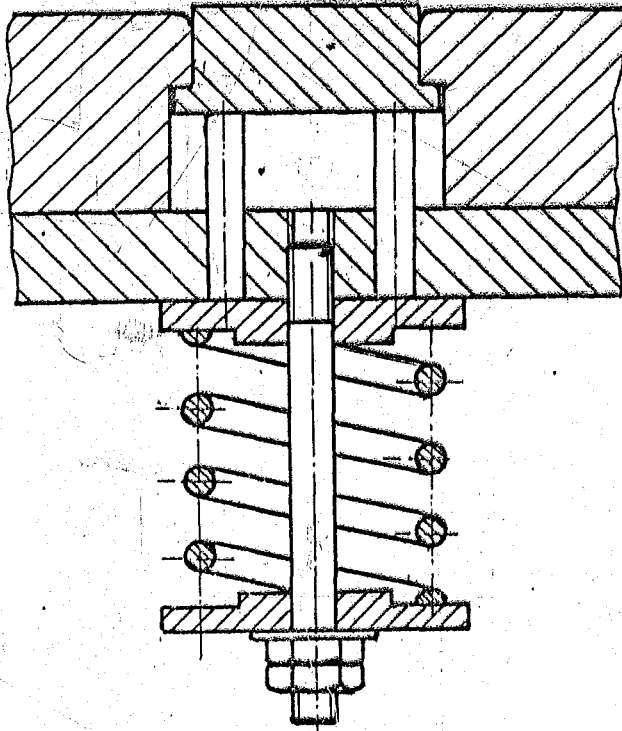


Şekil. 42



Kapalı

Şekil. 43



Şekil. 44

Sıkma parçalı bükmelerde ,biten parça bir miktar geri esner. Dolayısıyla bükme 90° 'den büyük olur.(bununla ilgili bilgiler geri esnemede verilecektir)

Sıkma parçasız bükmelerde ise,parça tabanının düzgün çıkması için bükme kuvvetinin üzerinde(2,5 - 3P) kadar kuvvetle bastırmak gerekir.Haliyle bu da daha büyük güçte preslerin kullanılmasını gerektirir.Büyük kuvvetle bastırıldı -ğında ve yanlardaki boşluk sac kalınlığından büyük olduğunda,pres koçu yukarıya kalktığıında parçanın üst kısmı biraz kapanır.Bu da zimba üzerinde ayrı bir itici takılmasını gerektirir.

II-2-Sıkma Parçalı Bükmelerde Bükme Olayı:

"U" bükmelerde,genelde sıkma parçalı bükme kullanıldığı için , sıkma parçasız bükmelerdeki olaylar anlatılmayacaktır.(şekil.41)

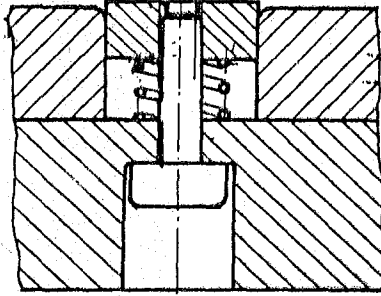
Bu safhalar:

1.safha:Zimba iş parçası üzerine inmekte ve iş parçası,sıkma parçası ile zimba arasında tutulmaktadır.Bu sayede parçanın kontrolü sağlanır.Sıkma kuvveti sıkma parçasının basıncına eşittir.Bu basınç yaylı ve lastikli tonstrüksiyonlarda gittikçe artar.Fakat hidrolik ve pnömatik sistemlerde ise,zimbanın alt ölü noktaya kadar hareketinde sabit kalır.

2.safha:Zimba ,hareketine devam eder ve parça kolları yukarı doğru kıvrılmaya başlar.Artık bükme başlamıştır.

3.safha:Zimba hareketine devam ettiğinde,parça kolları,parçanın kalıp boşluğuna daha fazla girmesi ile daha da yukarı kalkar.Bu durumlarda parça tabanı düzgünlüğünü korumaktadır.

4.safha:İş parçası tamamen kalıp boşluğuna itilir ve şekillendirilme bitirilmiş olur.Pres koçu yukarıya kalktığıında iş parçasını yukarıya doğru iter.



Şekil.45

II-3-"U" Bükmede Geri Esneme:

"U" bükme kalıplarında bükülen parçanın kolları bir miktar geri esner. Bükme sonucunda istenen açı değerinde bükme yapabilmek için, bu esneme miktarını bulup tedbir almamız gerekir.

Geri esneme açısının bulunmasında aşağıdaki formül kullanılır.

Görüldüğü gibi geri esneme, malzeme ne kadar ince, ne kadar sert, ve bükme rüdyüsü ne kadar büyükse o kadar büyük olur.

Burada:

α = bir taraf için geri esneme

L = kol mesafesi ($r_m + r_i + 1,25s$) mm

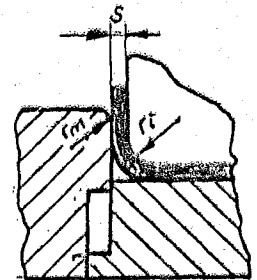
s = sac kalınlığı (mm)

$m = 1,4K$ ($K \Rightarrow r_i/s$ oranına göre sayfa 41'deki diyagramdan alınacaktır)

σ_b = çekme dayanımı (kg/mm^2)

E = elastikiyet modülü (kg/mm^2)

r_i = bükme rüdyüsü'dür.



Şekil.46

$$\text{tg } \alpha = 0,75 \frac{L}{m \cdot s} \cdot \frac{\sigma_b}{E}$$

Örnek:

Sac kalınlığı $s = 2$ mm, bükme radyüsü $r_i = 4$ mm olan St 37 kalitesindeki bir parça sıkma parçalı bir bükme kalıbında 90° bükülecektir. Geri esnemedenden dolayı düzeltilecek açı miktarını bulunuz.

Verilenler

$$s = 2 \text{ mm}$$

$$r_i = 4 \text{ mm}$$

$$r_m = 9 \text{ mm}$$

$$\sigma_b = 37 \text{ kg/mm}^2$$

$$E = 21000 \text{ kg/mm}^2$$

İstenenler

$$\alpha = ?$$

Formüller

$$\text{tg} \alpha = 0,75 \frac{L}{r_m \cdot s} \cdot \frac{\sigma_b}{E}$$

$$L = r_m + r_i + 1,25s$$

$$m = 1 - K$$

Çözüm:

$$L = 9 + 4 + 1,25 \cdot 2$$

$$L = 15,5 \text{ mm.}$$

$$\frac{r_i}{s} = \frac{4}{2} = 2 \text{ mm}$$

$$K = 0,455 \text{ diyagramdan}$$

$$m = 1 - K = 1 - 0,455 = 0,545$$

$$\text{tg} \alpha = 0,75 \cdot \frac{15,5}{0,545 \cdot 2} \cdot \frac{37}{21000} = 0,01876$$

$$\alpha = 1^\circ 7''$$

II-4- "U" Bükmede Bükme Kuvvetinin Hesabı:

"U" bükme kuvvetinin bulunmasında Oehler tarafından,

$$P = 0,22 \cdot s \cdot L \cdot \sigma_b$$

P = bükme kuvveti (kg)

s = sac kalınlığı (mm)

L = bükülen kolların uzunluğu (mm)

σ_b = çekme dayanımı (kg/mm²)

Dr. Ing. Erich Ruhrmann tarafından tavsiye edilen,

$P = 0,4 \cdot \sigma_b \cdot s \cdot b$ formülleri genellikle kullanılır.

σ_b = çekme dayanımı (kg/mm²)

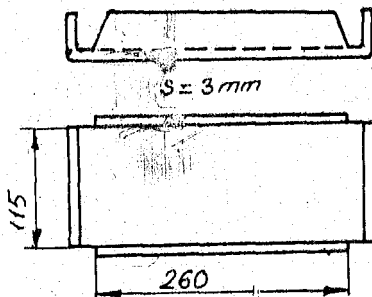
s = sac kalınlığı (mm)

b = bükme kenarı boyu (mm)

Örnek:

Şekildeki parçanın bükülebilmesi için gerekli bükme kuvvetini bulunuz. $\sigma_b = 45 \text{ kg/mm}^2$

Verilenler



$$\sigma_b = 45 \text{ kg/mm}^2$$

İstenen

$$P = ?$$

Formüller

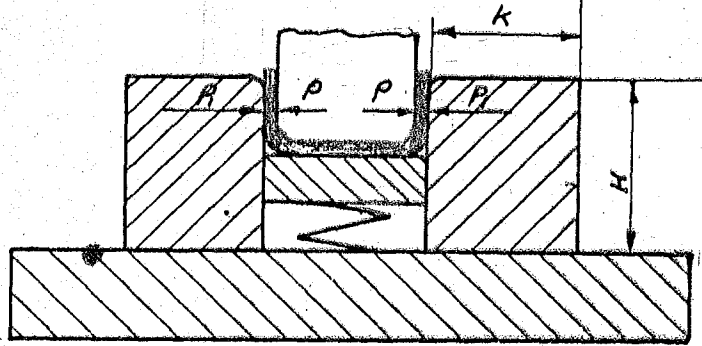
$$P = 0,22 \cdot L \cdot s \cdot \sigma_b$$

Çözüm:

$$L = 2 \cdot 260 + 2 \cdot 115 = 750 \text{ mm}$$

$$P = 0,22 \cdot 750 \cdot 3 \cdot 45 = 22275 \text{ kg.}$$

II-5- Yan Kuvvetler:



Şekil. 47

Bükme sırasında şiddetli yan kuvvetler kalıp bünye-
sine tesir eder. Zımba P_1 kuvvetinin tesiri ile içe doğru itil-
meye çalışır, "U" bükmede aynı kuvvet karşı tarafta da oldu-
ğundan birbirini dengeler. Fakat P kuvvetinin tesiri ile
matris boşluğu dışarıya doğru itilmeye çalışır. Bu da kalıp
boşluğunu genişletmeye çalışır. Bunun önüne geçmek için, 'k'
mesafesi $k = 1,5.H$ kadar (pratikte) yapılır. Ayrıca bu esneme-
yi önlemek için pimler kullanılır. Pimlerin yetersiz kaldı-
ğı durumlarda ise daha değişik konstrüksiyonlar yapılır.

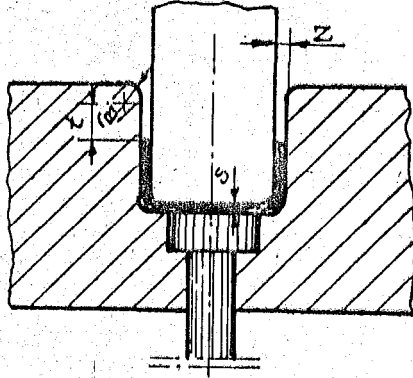
II-6- Sac Boşlukları:

"U" bükmede, uygun bükme elde edebilmek ve mümkün ol-
duğu kadar bükmedeki yan kuvvetleri azaltabilmek için, sac
boşlukları sac kalınlıklarından bir miktar büyük yapılır.
Bunun için max. sac kalınlığına, sac kalınlığının 'n' gibi bir
katsayı ile çarpılması sonucu elde edilen değer eklenir.
Bu sayede max. sac boşluğu bulunur. Bunu formülde gösterirsek,

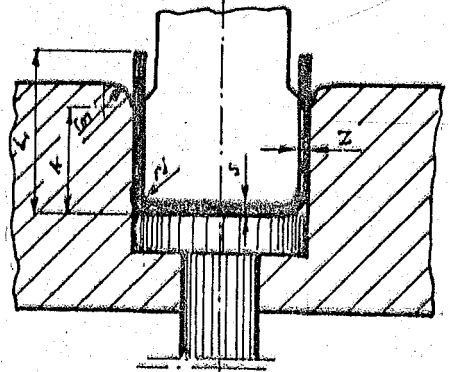
$$Z_{max.} = s_{max.} + s.n$$

n = katsayı (tablodan)

Z = sac boşluğu



(a)

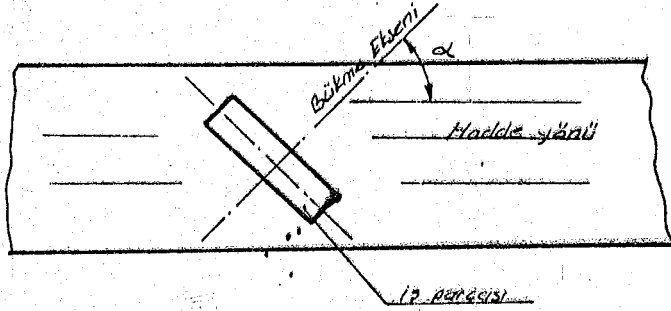


(b)

"L" Bükme için boyut değerleri	Bükülecek sac kalınlığı (mm)								
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-10
r_m	3	5	7	9	10	11	12	13	15
t	3	4	5	6	8	10	15	20	25
L ₁ Kol boyu "b"deki "L" bükme için k değeri									
25-50	15	20	25	25	—	—	—	—	—
50-75	20	25	30	30	35	35	—	—	—
75-100	25	30	35	35	40	40	40	40	—
100-150	30	35	40	40	50	50	50	50	60
"L" için "L" bükmede n katsayı değerleri (a ve b) için									
0-25	0,10	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05
25-50	0,15	0,10	0,10	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06
50-100	0,18	0,15	0,15	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08
100-200	0,20	0,18	0,18	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10

Tablo.5

II-8- Bükülecek Malzemede Hadde Yönü:



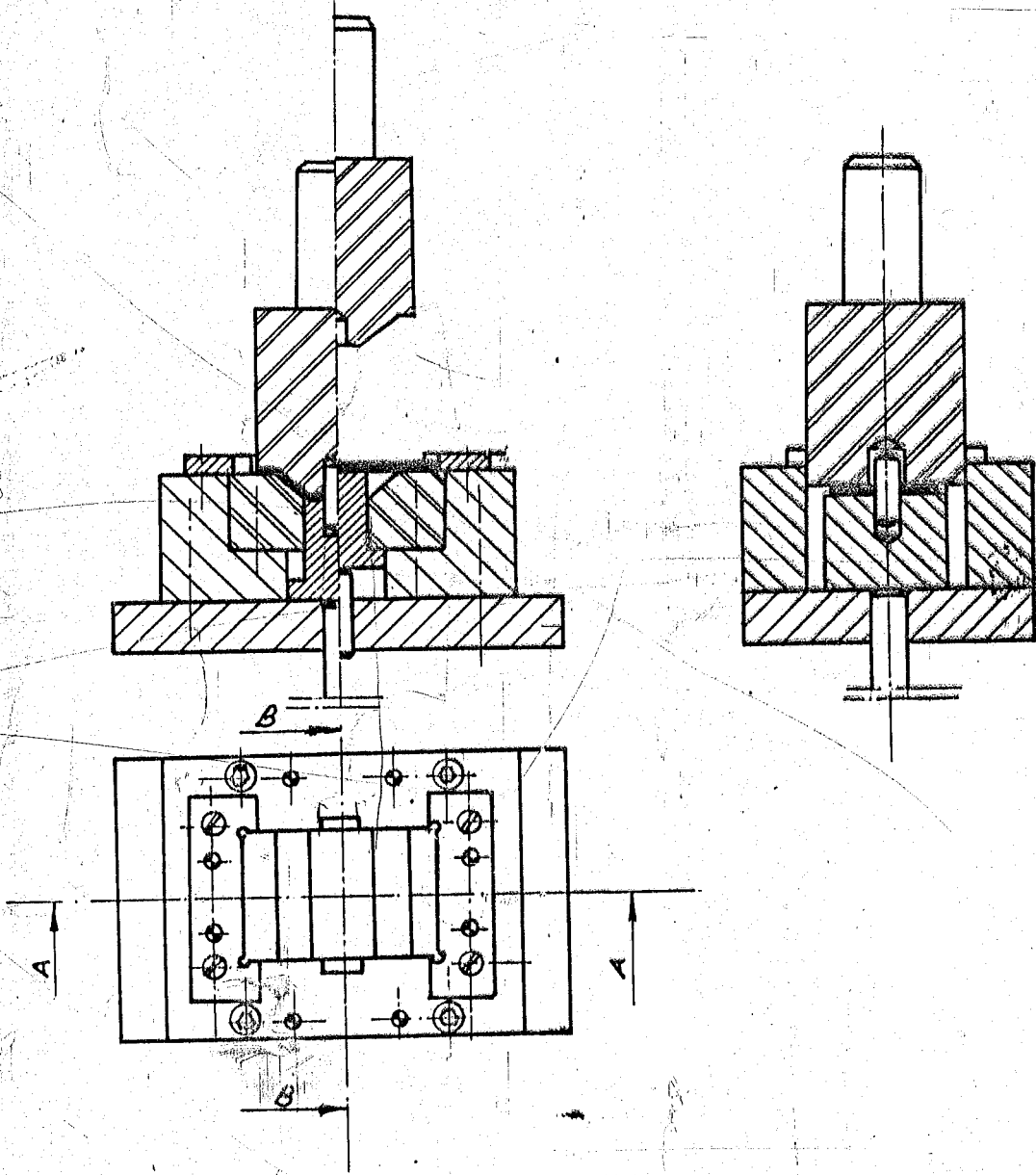
Şekil. 50

Şeridin hadde yönü, bükme ve biçimlendirme işleminde dikkate alınması gereken bir faktördür. Verilen bir metal parçanın biçimlendirileceği kabul edilirse, bükme eksenini hadde yönüne dik olduğunda en keskin radyüslü bükmeleri elde etmek kolaylaşır. Bunun aksi olarak, bükme eksenini hadde yönüne paralel ise bükme sonunda çatlama meydana gelebilir. Malzeme bozukluğu olmadığı durumlarda min. gerekli α açısı malzemenin cinsine bağlıdır.

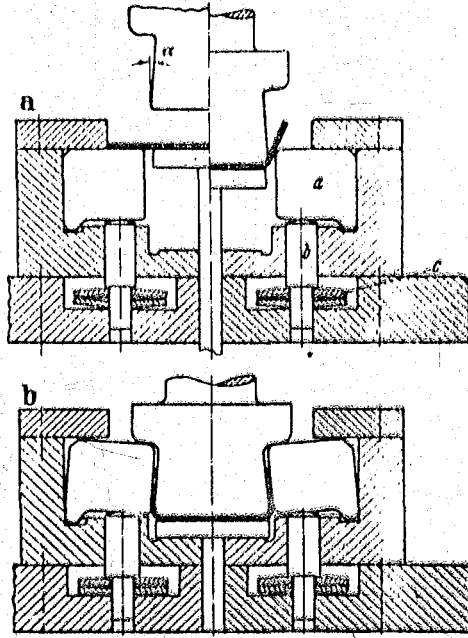
II-9- "U" Bükme Kalıbı Örnekleri:

Kesit A-A

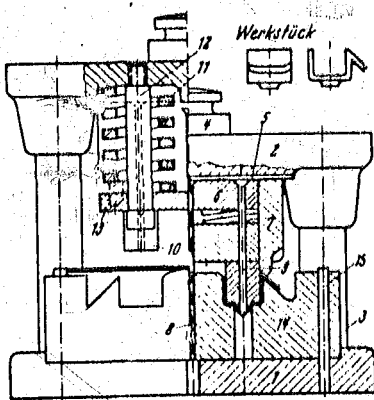
Kesit B-B



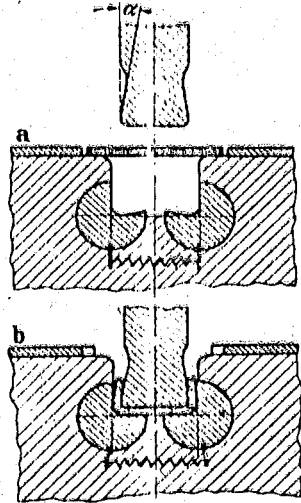
Şekil. 51



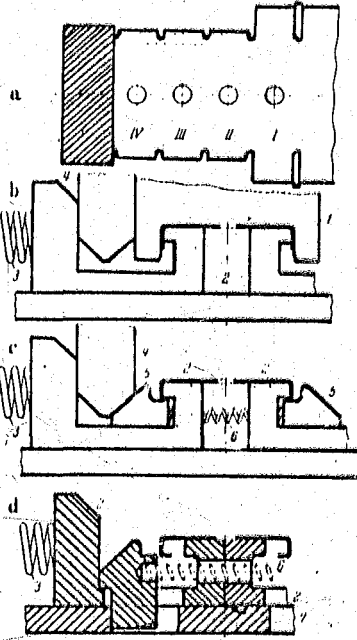
Şekil. 52



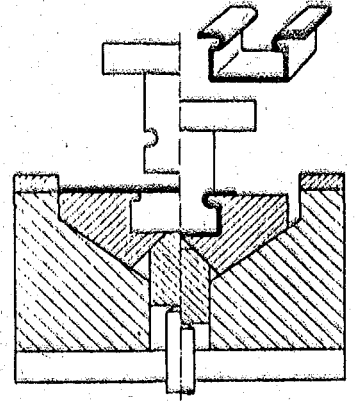
Şekil. 53



Şekil. 54



Şekil. 55



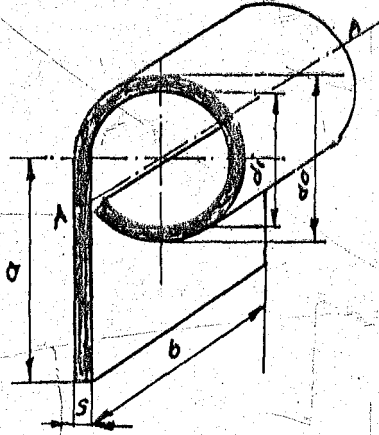
Şekil. 56

III- YUVARLAMA KALIPLARI

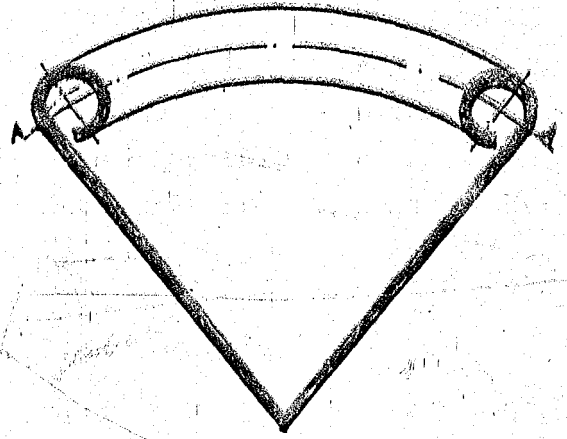
Yuvarlama, bükmenin özel bir şeklidir. Parçaların dairesel bükülmesidir.

Yuvarlamayı genelde iki grupta toplayabiliriz.

- Düz yuvarlama (şekil.57)
- Dairesel yuvarlama (şekil.58)



Şekil. 57

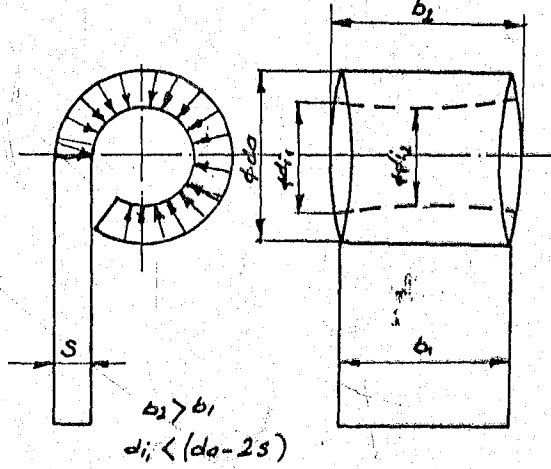


Şekil. 58

Birinci grupta, görüldüğü gibi yuvarlama eksenini düz bir hat boyunca. Bu tür bükmelere örnek, menteşe ve boruların yapımı gösterilebilir.

İkinci grup bükme, olan dairesel bükmelerde bükme eksenini dairesel şekildedir. Bu tür bükmelere örnek, çekilmiş kapların kenarlarının yuvarlatılması gösterilebilir.

III-1- Yuvarlamada Malzemenin Durumu:



Yuvarlama işleminde de bükme olayındaki gibi malzeme kalıcı deformasyonlar meydana getirmek esastır. Bu nedenle, yuvarlama olayı da elastik bölge dışında yapılmalıdır. Operasyon sırasında malzemenin dış cidarında, uzama meydana gelir. İç kısımlarda radyal gerilmelerden dolayı sarmanın merkezine doğru sıkışıklık meydana gelir.

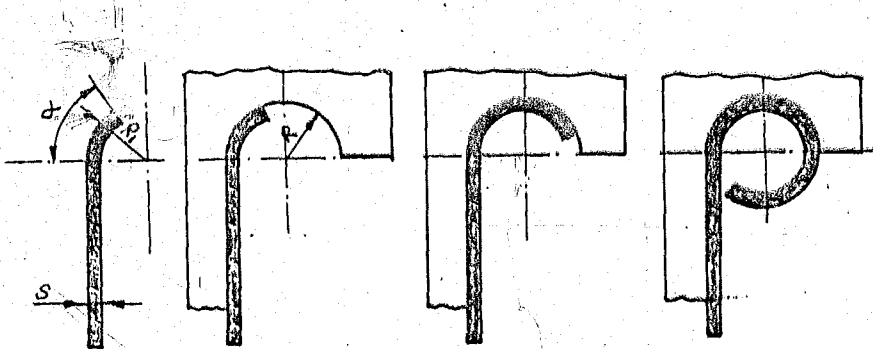
Şekil. 59

Bu nedenle,

$$d_{imin} = 2.s \text{ alınmalıdır.}$$

Yuvarlamaya başlamadan önce, tama yakın bir yuvarlaklık elde edebilmek için, parça ucunun bir miktar bükülmesi gerekir. Bu olaya ön bükme denir. Fakat ön bükme ile birlikte bile tam bir yuvarlaklık elde etmek mümkün değildir. Ön bükme yarı çapı, yuvarlama çapına eşit olmalıdır.

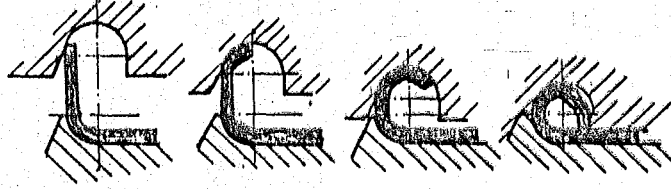
Şayet ön bükme yapılmışsa bükme:



Şekil. 60

Şekil. 60'daki gibi,

Şeyet ön bükme yapılmamışsa bükme:



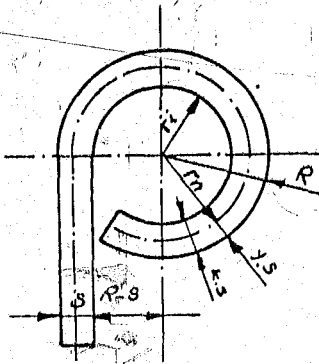
Şekil.61

Şekil.61'deki gibidir.

Ön bükme yapılırken, $\alpha = 80^\circ - 90^\circ$ alınabilir. Bu açı ne kadar büyük olursa yuvarlama kuvveti de o oranda küçük olur. Yuvarlamada da bükmedeki gibi hadde yönüne dik yuvarlama yapılmalıdır.

III-2- Yuvarlamada Açınım Boyunun Bulunması:

Yuvarlamada da bükmede olduğu gibi tarafsız eksen uzunluğunun bilinmesi gerekir.



Şekil.62

s = sacın kalınlığı
 s_1 = değişen sac kalınlığı
 r_i = iç bükme yarıçapı
 r_n = tarafsız eksen yarıçapı
 R = dıştan dışa yarıçap
 y = katsayı
 k = kalınlık değişim kat.
 L = açınım boyu

Tarafsız eksen yarıçapı $r_n = R - y \cdot s$ dir.

r_n/s 'ye bağlı y ve k değerleri tablo.6'da verildiği gibidir.

Açınım boyunu veren formüller:

$$L = L_n + a \quad L_n = \pi \cdot r_n \cdot \frac{\alpha}{180}$$

	Radyüs oranı R/s									
	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	
r_n/s	1,2	1,36	1,55	1,75	1,92	2,11	2,3	2,5	2,7	
y	0,14	0,42	0,45	0,46	0,48	0,49	0,5	0,5	0,5	
K	1,1	1,06	1,05	1,025	1,015	1,01	1,005	1,00	~ 1,0	

Tablo.6

Örnek: Şekildeki parçanın açınım boyunu bulunuz.

Verilenler

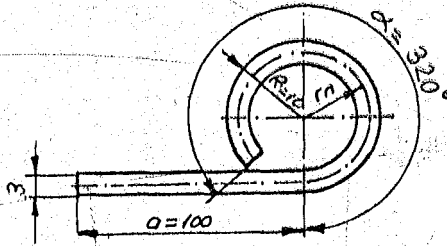
İstenen

Formüller

$$L = ?$$

$$L = L_n + a$$

$$L_n = \pi \cdot r_n \cdot \frac{\alpha}{180^\circ}$$



Çözüm:

$$\frac{R}{s} = \frac{10}{3} = 3,33 \text{ olursa, } r_n/s = 2,7 \text{ olur. (tablo.6'dan)}$$

$$r_n = s \cdot 2,7 = 3 \cdot 2,7 = 8,1 \text{ mm}$$

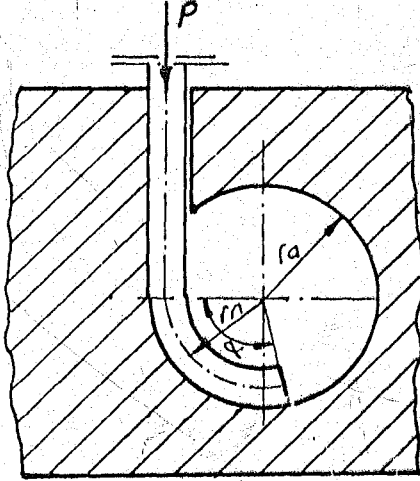
$$L_n = \pi \cdot r_n \cdot \frac{\alpha}{180} \Rightarrow L_n = 3,14 \cdot 8,1 \cdot \frac{320}{180}$$

$$L_n = 45,2 \text{ mm}$$

$$L = L_n + a$$

$$L = 45,2 + 100 = \underline{\underline{145,2 \text{ mm}}}$$

III-3- Yuvarlama Kuvvetinin Bulunması:



Şekil. 63

Yuvarlama, hatırlanacağı gibi elastik sınırın ötesinde meydana gelir.

burada bükme momenti;

$$M = \frac{\sigma_s \cdot b}{12} \left[3 \cdot s^2 - \left(\frac{2 \sigma_s \cdot r_n}{E} \right)^2 \right]$$

$\left(\frac{2 \sigma_s \cdot r_n}{E} \right)$ ifadesi çok küçük değer olduğundan

$$M = \frac{\sigma_s \cdot b \cdot s^2}{4} \text{ yazılabilir.}$$

Şekilden, α kadar yuvarlamada yapılan iş,

$$A = M \cdot \alpha \Rightarrow A = P \cdot \eta \cdot \alpha \text{ olur.}$$

Moment değerleri yerine yazılırsa;

$$A = \frac{\sigma_s \cdot b \cdot s^2}{4} \cdot \alpha = P \cdot \eta \cdot \alpha \text{ olur.}$$

$$P = \frac{\sigma_s \cdot b \cdot s^2}{4 \cdot \eta} \text{ olur.}$$

Yuvarlama sırasında sürtünmelerden ötürü bir kuvvet artışı görülür. Sürtünmeden meydana gelen kuvveti de eklemek suretiyle toplam yuvarlama kuvveti,

$$P = \frac{\sigma_s \cdot b \cdot s^2}{4 \cdot \eta} + P \cdot \mu$$

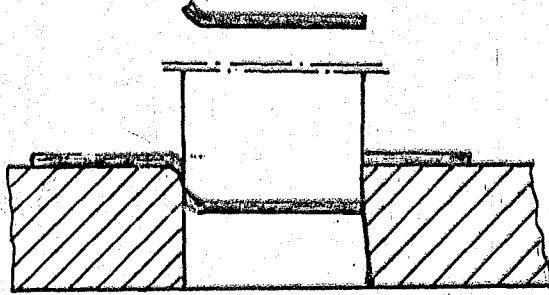
$$P(1 - \mu) = \frac{\sigma_s \cdot b \cdot s^2}{4 \cdot \eta}$$

$$P = \frac{\sigma_s \cdot b \cdot s^2}{4 \cdot \eta (1 - \mu)}$$

olarak bulunur.

$\mu =$ sürtünme katsayısı

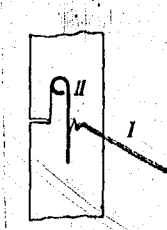
Yuvarlamada yuvarlama kuvvetini azaltabilmek için, görüldüğü gibi sürtünme katsayısını azaltmak suretiyle bu sonuca gidebiliriz. Bu nedenle, yuvarlama kanalı çok iyi parlatılmalı ve yağlanmalıdır. Ayrıca, önceden de belirtildiği gibi yuvarlama kuvvetini azaltmak için, ön kıvrırma işlemi yapılır. (Şekil.64)



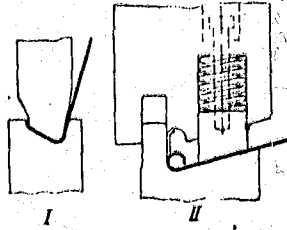
Şekil. 64

III-4- Yuvarlama Kalıbı Örnekleri:

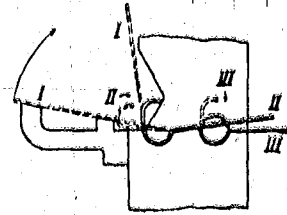
Şekillerde operasyon sayıları ile birlikte yuvarlama işlemleri görülmektedir. Şekil.65'de aynı kalıpta ön bükme ve yuvarlama, Şekil.66'da iki ayrı kalıpta ön bükme ve yuvarlama, Şekil.67'de aynı kalıpta dört ön bükme operasyonu ile yuvarlama görülmektedir. Buradaki yuvarlama işleminden sonra çıkan parçanın hassasiyeti ile diğer kalıplardaki yuvarlamaların hassasiyeti farklıdır. Son şekildeki yuvarlama, yuvarlama en yakın şekildedir.



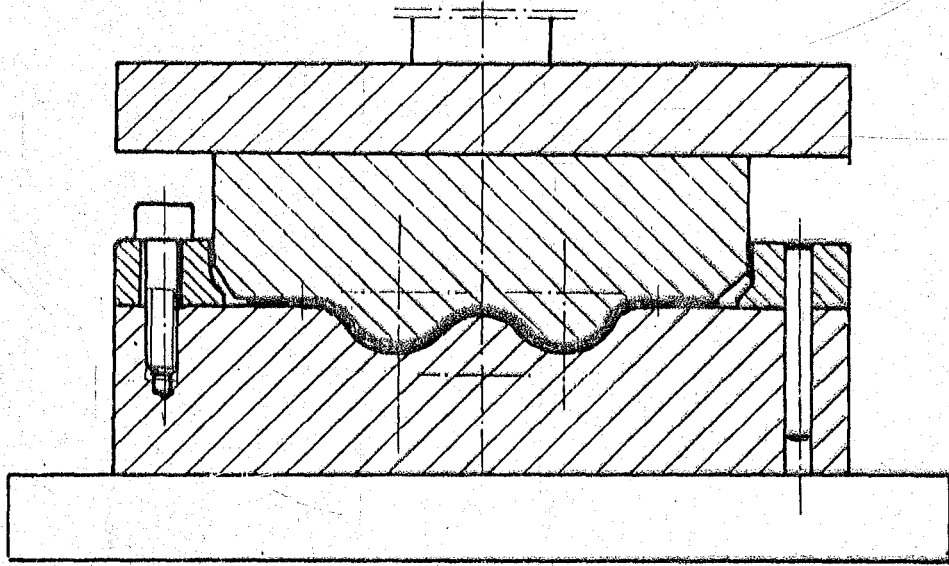
Şekil.65



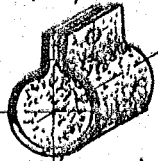
Şekil. 66



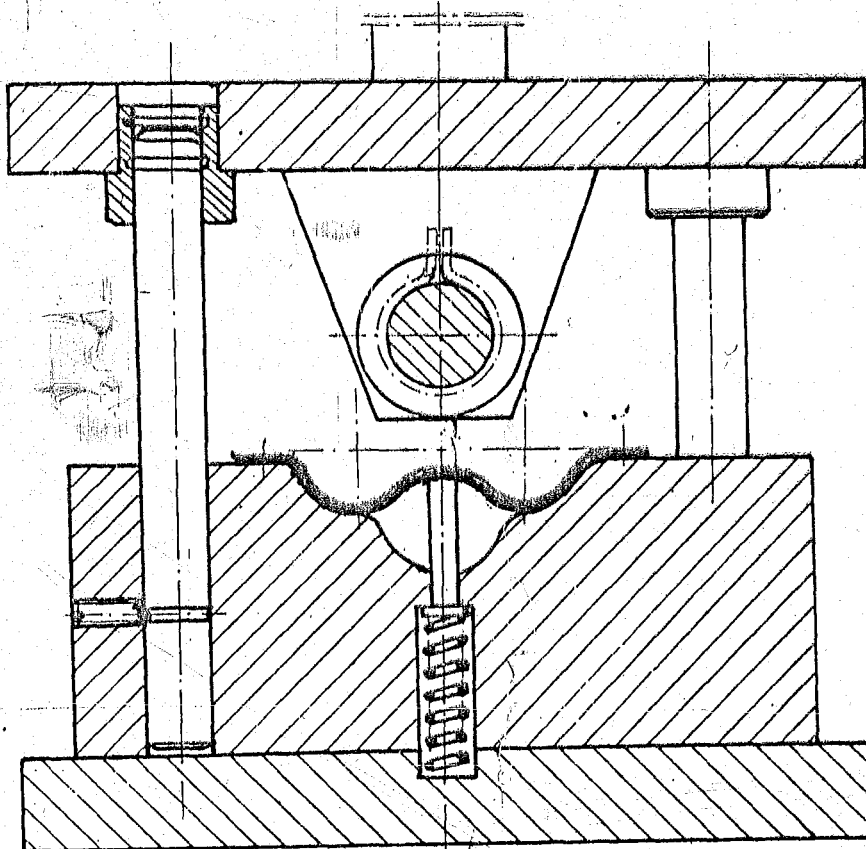
Şekil. 67

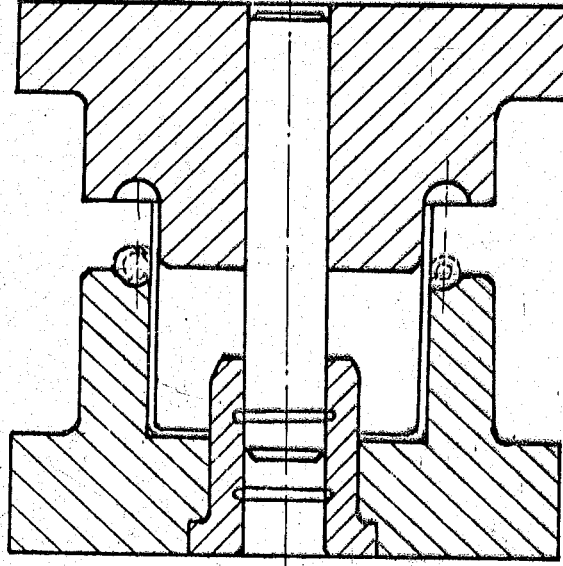


Şekil. 68 Kelepçe için yuvarlama kalıbının 1. operasyonu

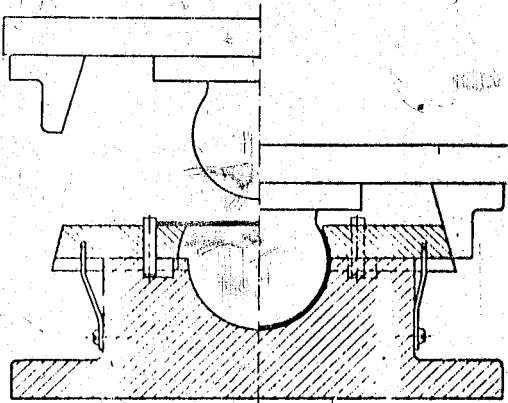


Şekil. 69 Kelepçe için yuvarlama kalıbının 2. operasyonu

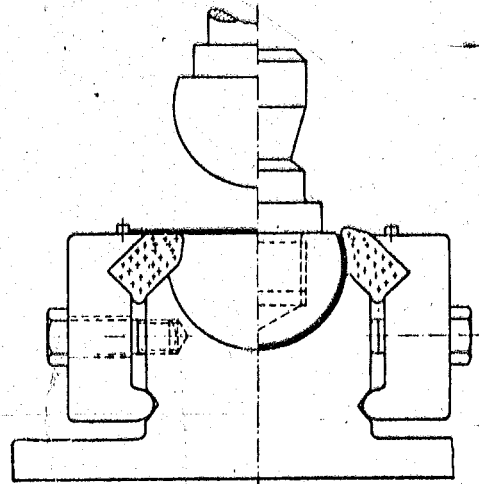




Şekil. 70

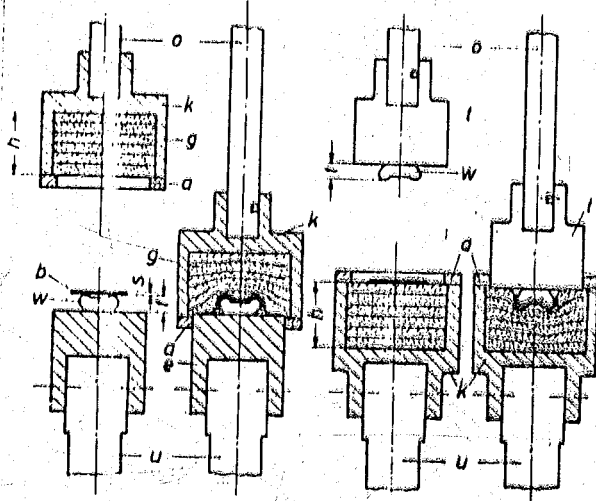


Şekil. 71



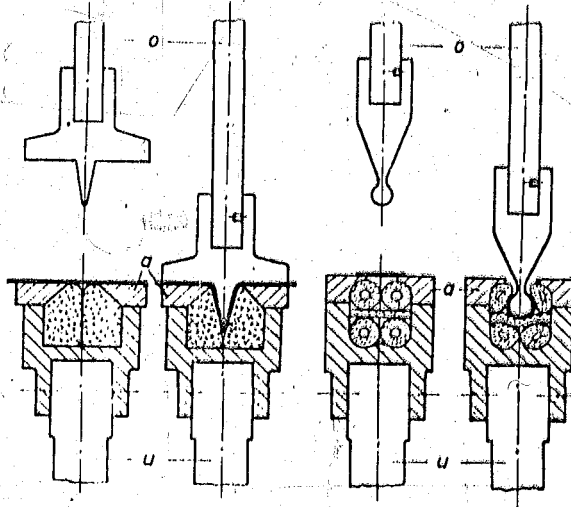
Şekil. 72

IV- LASTİKLE ÇALIŞAN BÜKME KALIBI ÖRNEKLERİ



Setil. 73

Setil. 74



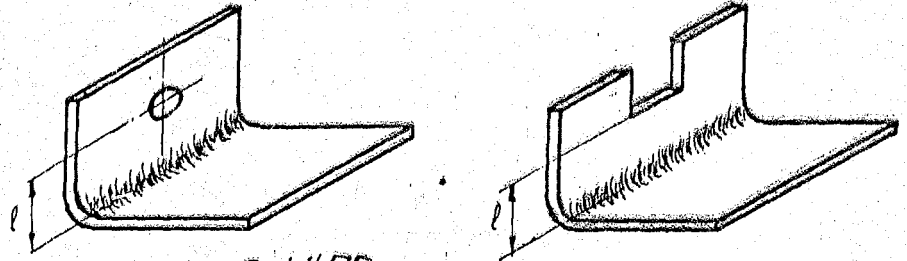
Setil. 75

Setil. 76

V- Bükme Kalıplarının Yapımında Dikkat Edilecek Hususlar:

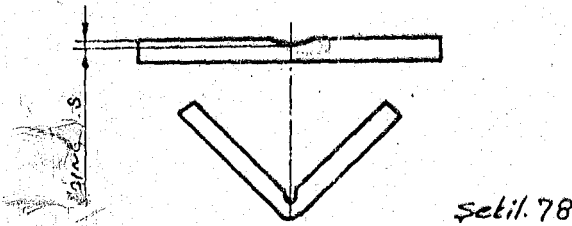
a) Uzama katsayıları büyük olan malzemeler, küçük olanlardan daha kolay bükülürler.

b) Eğer, bükülmesi istenen parçada delik veya bozulması istenen kesik bir yer varsa bunların bükme eksenine olan uzaklıkları iyi kontrol edilmelidir.



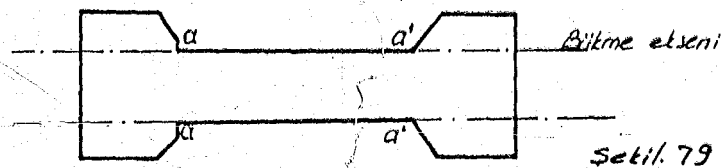
c) l uzaklığı yetersiz olan bir bükme ille de yapılmak isteniyorsa, deliğin ön kısmında, bükme ekseninde bir boşaltma yapmak gerekir. Aksi takdirde delik ovalleşir.

d) Bükme sıfıra yakın radyüslü istenirse, şekildeki gibi köşeler boşaltılır.



e) Bükme radyüsü r_1 daima $r_{min.}$ den büyük olmalıdır. Aksi takdirde, elastik sınırı aşmak zorlaşır.

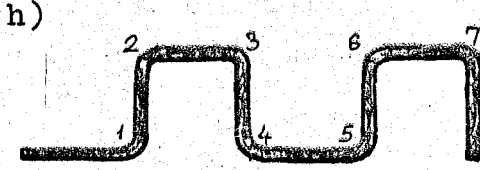
f)



Şekildeki parçada uygun bükme yapabilmek için a nok-

tasındaki durum uygulanmalıdır. a' deki durum uygulanırsa yırtılma meydana gelir ve uygun bükme yapılamaz.

g) Bükülmesi düşünülen parçada çapaklı yüzey daima üste getirilmelidir. Bu sayede çapakların dışı kalıba sürterek aşındırma yapması önlenmiş olur.



Şekil. 80

Bükme sırasında, gerilmelerin meydana getirdiği kötü tesirlerden ötürü aynı anda dörtlü bükme işleminden daha çok bükme yapmaktan kaçınmalıdır.

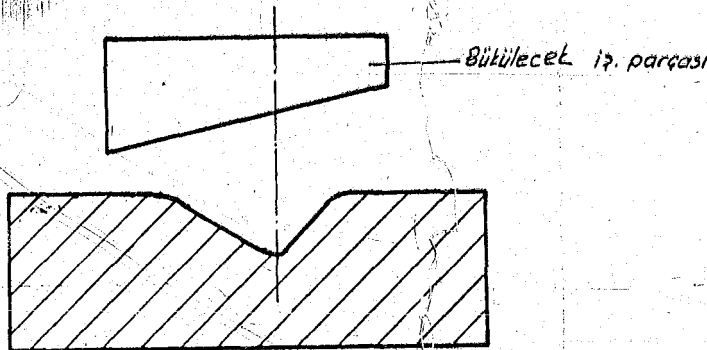
ı) "U" bükmelerde, kol yüksekliği en az 2.s kadar olmalıdır.

i) "V" bükme kalıplarında, kama tesirinden ötürü, matris zorlanacağından, yeterli kalınlıkta olmalıdır.

j) Zimba alt konumda iken, parça kollarının serbest kalabilmesi için zimba yeterli boyda olmalıdır.

k) Geniş 'V' kanalı ve hassas bükmelerde iticinin ucu konik uçlu olarak yapılmalıdır.

l) Bükülmesi istenen parça şekildeki gibi ise geniş taraftaki radyüsler daha büyük yarıçaplı yapılır.



Şekil. 81

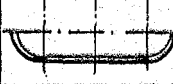

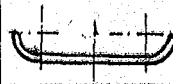





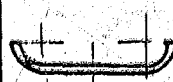





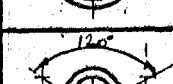


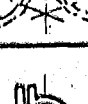


m) Üretim kapasitesi düşük, hassasiyeti az olan kalıplar sütünsuz yapılabilir.

n) Kalıp açıkken, sıkma parçası matrinden 0,1 - 0,3 mm yukarda olmalıdır. Bu sayede bükmenin başında parça yakalanmış olur.



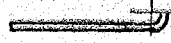
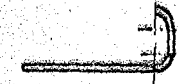


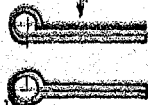
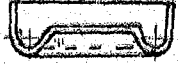



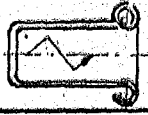


o) Büyük bükme işlemlerinde sıkma parçalarını ve itici tijleri sertleştirmek gerekir.

V.93
13/84

VI- YUVARLAMA İMALATINA AİT ÖRNEKLER:

	AÇIKLAMALAR	OPERASYONLAR		
		1. OP.	2. OP.	3. OP.
1	Malafa kullanmadan boru elde etme			
2	Aynı borunun değişik bir şekilde yapımı			
3	Malafa ile parça elde edilmesi			
4	Malafasız elde etme			
5	Malafasız boru elde etme			
6	Gitt tesirli preste elde edilen parça			
7	Malafa ile kelepçe yapımı			
8	Malafa ile değişik bir kelepçe yapımı			
9	Malafasız yuvarlama ile mentese yapımı			

Tablo.7

	AÇIKLAMALAR	OPERASYONLAR		
		1. OPR.	2. OPR.	3. OPR.
10	Malafasız menteşe yapımı			
11	Parçanın durumuna göre malafalı veya malafasız yuvarlama			
12	Malafalı yuvarlamayı mecbur kabin yapım şekli			
13	Şiş parçalar takviye karsılığı kullanılmadan yapılabilir.			
14	Takviye karsılığı kullanılarak yapılabilir			
15	Yuvarlama makinasında yapılabilir			
16	Yuvarlama makinasında yapılabilir			
17	Özel yuvarlama aparatı ile yapılan bir parça			

Kablo.8

YARARLANILAN ESERLER

- (1) MAX BREMBERGER : Stanzerei - Handbuch Für Konstrukteure .Carl Hanser Verlag - München 1965
- (2) OEHLER/KAISER: Stanz Und Ziehwerkzeuge
Springer:Verlag Berlin/Heidelberg/Newyork 1966
- (3) GERHARD OEHLER : Biegen Unter Pressen, Abkantpressen
Abkantmaschinen, Walzenrundbiegemaschinen,
Profilwalzmaschinen Carl Hanser Verlag München 1963
- (4) ESAMI ATAŞİMŞEK : Sac Kalıpları Bursa 1977
- (5) ROMANOWSKI : Handbuch Der Stanzertechnik
Veb Verlag Technik Berlin
- (6) HÜSEYİN KURT : Ders Notları İstanbul 1973
- (7) D.EUGENE OSTERGAARD: Çeviri, Mesleki Ve Teknik
Öğretim Kitapları A.Y.T.Ö.O. Yayını 1970
- (8) A.TURAN GÜNEŞ : Pres Kalıpcılığı
- (9) BOFORS ELKİTABI :K-E Thelning Çeviri, Çelik Ve Isıl
İşlemi Doç.Dr.Adnan Tekin 1984
- (10)FRANKLİN D.JONES : Die Design And Diemaking Practice
Industrial Press Inc, 200 Madison Avenue
Newyork 10016